



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Mecanizado de álabe de turbina de aviación en fresadora de 5 ejes mediante fresa esférica

*Surface machining of aviation turbine Blade on a
5-axis milling machine using spherical milling cutter*

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor: Gabriel Ros Egea
Director: Manuel Estrems Amestoy
Codirector: Óscar De Francisco Ortiz

Cartagena, 2021



Agradecimientos

Agradecimientos

Quería aprovechar estas líneas para agradecer a todas esas personas que me han ayudado a conseguir que este proyecto se haya podido materializar, ya sea de manera directa o indirecta.

Quería dar las gracias a la Universidad Politécnica de Cartagena y a todos sus integrantes por tratarme tan bien a lo largo de todo el grado y durante la realización de este proyecto.

También quería aprovechar para agradecer a mis padres Gabriel y Ana que me han ayudado cada día de manera indirecta a terminar este trabajo.

Agradecer al Personal de Administración y Servicios del Edificio de Laboratorios e Investigación, D. Pedro Belmonte y muy especialmente D. Pedro Germán Ruiz, pues sin su gran ayuda y dedicación no hubiera sido posible la finalización de este proyecto.

También al Dr. Oscar de Francisco, mi codirector del TFG, que me ha ayudado a corregir esta memoria.

Por último, y no menos importante, quería agradecer a mi tutor del TFG, el Dr. Manuel Estrems, por enseñarme todo lo relacionado con este proyecto y guiarme hasta su finalización.



Resumen/Abstract

Resumen

El siguiente Trabajo Fin de Grado recoge los procedimientos necesarios para mecanizar un álabe de una turbina de aviación con un centro de mecanizado de 5 ejes controlado mediante control numérico computacional utilizando una fresa esférica.

A lo largo de este trabajo, también se tratarán los temas relacionados con el diseño del álabe y la obtención de programas de desbaste previos al acabado mediante la utilización de software CAD/CAM. Además, se diseñará un nuevo método de generación de códigos G alternativo a la utilización de programas CAM para fresadoras de 5 ejes, aplicando desarrollos matemáticos como interpolaciones polinómicas y cinemática inversa

Asimismo, este proyecto busca servir como una guía para la fabricación de piezas de complejidad similar a la desarrollada en estas páginas en máquinas herramientas de características semejantes.

Palabras clave: "álabe de turbina", "fresadora 5 ejes", "CNC", "Interpolación polinomial", "fresa esférica", "cinemática inversa".

Abstract

The following Bachelor's Degree Final Project collects the necessary procedures to machanize an aviation turbine blade witch a 5-axis milling machine controlled through computer numerical control using an spherical milling cutter.

Throughout this work, issues related to blade design and obtaining previus roughing programs to the finishing one using CAD/CAM software will also be covered. Furthermore, a new method of generating G codes will be developed as an alternative to using CAM programs for 5-axis milling machines, aplying mathematical developments like polynomial interpolations and inverse kinematics.

In addition, this project seeks to serve as a guide to the manufacture of similarly complex pieces to the one developed on those pages with analogous milling machines.

Keywords: "turbine blade", "5-axis milling machine", "CNC", "polynomial interpolation", "spherical milling cutter", "inverse kinematics".



Índice

Índice

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1 Situación actual.....	3
1.1. Centros de fresado multieje.....	4
1.1.1. Centros de mecanizado de 5 ejes.....	4
1.1.2. Software de los centros de mecanizado de 5 ejes.....	5
1.1.2.1. CAD.....	6
1.1.2.1. CAM.....	6
1.1.2.1. CNC.....	6
1.2. Álabes.....	7
1.2.1. Materiales y procesos de fabricación.....	7
CAPÍTULO 2 Descripción del laboratorio y operaciones básicas. 9	9
2.1. Descripción del laboratorio.....	10
2.2. Calibración.....	11
2.2.1. Calibración inicial.....	11
2.2.2. Calibración intermedia.....	16
CAPÍTULO 3 Diseño del álabe.....	18
3.1. Conceptos matemáticos del diseño.....	19
3.2. Diseño en 2D.....	20
3.3. Diseño en 3D.....	23
CAPÍTULO 4 Planificación de procesos para el mecanizad.....	32
4.1. Obtención del tocho.....	33
4.1.1. Diseño del tocho y la sujeción.....	33
4.1.2. Fabricación del tocho.....	34

4.2. Planificación de mecanizados.....	35
CAPÍTULO 5 Programas de desbaste.....	38
5.1. Herramientas y condiciones de corte.....	39
5.2. Programación del desbaste.....	41
5.2.1. Mecanizado de la sección superior.....	44
5.2.1.1. Programación en SolidWorks CAM.....	45
5.2.1.2. Fresado en el laboratorio.....	47
5.2.2. Mecanizado parte cóncava.....	49
5.2.2.1. Programación en SolidWorks CAM.....	50
5.2.2.2. Fresado en el laboratorio.....	53
5.2.3. Mecanizado parte convexa.....	56
5.2.3.1. Programación en SolidWorks CAM.....	56
5.2.3.2. Fresado en el laboratorio.....	57
5.3. Resultados y mejoras.....	58
5.3.1. Análisis de los resultados.....	58
5.3.2. Posibles mejoras.....	59
CAPÍTULO 6 Programa de acabado.....	62
6.1. Metodología a seguir.....	63
6.2. Aproximación matemática de la sección del álabe.....	64
6.2.1. Obtención de los puntos de las curvas.....	64
6.2.2. Aproximación de las curvas por interpolación polinomial.....	68
6.2.2.1. Elección del grado del polinomio.....	75
6.3. Orientación de la herramienta en cada punto de la geometría del álabe.....	77
6.3.1. Orientación de la herramienta en cada punto de la base álabe.....	77
6.3.2. Programación de la posición de la herramienta en cada punto de la geometría del álabe.....	85
6.3.3. Cinemática inversa.....	88
6.3.4. Automatización del proceso.....	90
6.3.5. Consideraciones sobre el programa.....	95
6.4. Resultados.....	96

CAPÍTULO 7 Proyección futura del proyecto.....	100
7.1. Continuación del trabajo.....	101
7.1.1. Estudio de metrología.....	101
7.1.2. Estudio de viabilidad del proyecto.....	101
7.1.3. Realización del desbaste con un método análogo al empleado para el acabado.....	102
7.1.4. Realización de la pieza con superaleaciones...	102
7.2. Líneas de investigación futuras.....	102
 ANEXO A	106
A.1. Índice de figuras.....	106
A.2. Índice de ecuaciones.....	108
A.3. Índice de tablas.....	110
A.4. Índice de vídeos.....	110
 ANEXO B: Valores calculados para obtener el polinomio aproximador.....	111
 ANEXO C: Programa de acabado para 20 secciones.....	117
 Bibliografía.....	142



Introducción

La industria aeronáutica es una de las que más crecen a nivel mundial, con una facturación positiva anual creciente desde hace más de una década [1], existiendo un aumento de esta incluso en este año marcado todavía por las secuelas de la pandemia mundial de COVID-19. Este crecimiento continuado no solo ha sido motivado por el crecimiento de la economía mundial y de la mejora socioeconómica generalizada a nivel global, sino que ha sido en gran parte gracias a un abaratamiento de los costes de fabricación y de operación de las aeronaves.

Es la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías o procedimientos para la fabricación de los distintos elementos de los aviones lo que más está impulsando hoy día la rebaja de los costes de operación. Es por esto qué, en el siguiente trabajo, nos centraremos en un método de mecanizado de una parte muy concreta de los motores de las aeronaves, los álabes.

El mecanizado de álabes de turbina de aviación (turbomáquinas) siempre ha sido objeto de estudio en la ingeniería de fabricación debido a todas las dificultades que presenta, y a las ventajas que se pueden obtener al solucionar estos inconvenientes. Es por esto, que a lo largo de las décadas se ha ido creando una industria cada vez más especializada e innovadora que compite para desarrollar los mejores procesos de fabricación.

Entre todas las dificultades que surgen en la producción de álabes podemos destacar por encima del resto las tolerancias dimensionales y de forma tan exigentes que se requieren, pues cualquier pequeña deformación en la silueta puede suponer una gran pérdida de eficiencia. Además del punto de vista de la eficiencia energética, la calidad de fabricación también influye en cuestiones de seguridad que, por razones obvias, es un factor clave en la fabricación de estos elementos, puesto que un fallo o rotura mientras la turbomáquina opera podría provocar un accidente fatal.

Las anteriores condiciones, sumadas a la enorme cantidad de álabes que se requieren para fabricar la turbina de un motor de reacción hacen que reducir los costes de fabricación unitarios sea una rama de investigación muy interesante para esta industria.

La fabricación de piezas con geometrías tan complejas, y en ocasiones con materiales muy especiales (superaleaciones), es un reto considerable que no se puede afrontar con maquinaria convencional.

Es aquí donde entran en juego los centros de mecanizados CNC, que tienen la capacidad de reproducir las complejas formas curvilíneas de los álabes con gran precisión en tiempos bastante reducidos.

Así pues, el objetivo de este proyecto es el de evaluar la empleabilidad de centros de mecanizado CNC convencionales de 5 ejes para el mecanizado de álabes. Además, mediante la utilización de fresas esféricas mecanizaremos con un único punto de contacto y podremos variar las condiciones de corte mediante la inclinación de la herramienta, mejorando así el acabado superficial de la pieza en comparación de si se hiciera con otro tipo de fresas convencionales.

Otro de los objetivos es que este documento sirva de guía para la realización de piezas similares siguiendo una serie de pautas, por lo que también abordaremos algunas operaciones básicas a realizar con los centros de mecanizado.



CAPÍTULO 1

Situación actual

En este primer capítulo se intentará poner en contexto la situación actual de los centros de fresado multieje como el que se usará en este proyecto además de los álabes de turbinas de aviación.

1.1. Centros de fresado multieje

Los centros de mecanizado tradicionales han consistido en maquinaria con capacidad de mecanizar en los tres ejes cartesianos del espacio **XYZ**. No obstante, debido a diferentes exigencias e inconvenientes se ha producido un gran avance en este tipo de maquinaria. Estos inconvenientes pueden ser, por ejemplo, los mayores requerimientos en la precisión de los mecanizados, la incrementada complejidad de los diseños o la necesidad de reducir los errores dimensionales o de forma que pueden costar grandes cantidades de dinero [2].

La introducción de más grados de libertad que permitieran reproducir un mayor número de movimientos que permiten solventar gran parte de estos problemas. Estos grados de libertad van asociados a la implementación de más ejes de movimiento en la máquina herramienta.

1.1.1. Centros de mecanizado de 5 ejes

A partir de este momento nos centraremos en centros de mecanizado de 5 ejes, más concretamente, de fresado, pues este tipo de máquina es la presente en el Laboratorio de Máquinas Herramientas de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Estos 5 ejes se traducen en 5 posibles movimientos: 3 traslaciones y dos giros. Las traslaciones son movimientos retos en las direcciones de los ejes XYZ, al uso de una máquina de 3 ejes, y además los dos giros son la capacidad de producirse rotación en torno a alguno de estos ejes. Existen numerosas configuraciones dependiendo de como estén configurados los movimientos [2]:

- Soporte-soporte
- Soporte-cabezal
- Cabezal-cabezal

El caso del centro de fresado del laboratorio es un caso de máquina con configuración soporte soporte, ya que los ejes adicionales se encuentran situados sobre el soporte o plato. En la siguiente figura se



Figura 1. 1. Lagun L650

Fuente: elaboración propia

puede ver el centro de mecanizado en cuestión, un Lagun L650:

En esta máquina, el cabezal solo tiene movimiento verticalmente (en el eje **Z**) mientras que los de los ejes **X** e **Y** están en la mesa así como los dos giros, **B** alrededor de **Y**, y **C** alrededor de **Z**.

1.1.2. Software de los centros de mecanizado de 5 ejes

Debido a la complejidad de movimientos que se pueden llegar a lograr con este tipo de maquinarias, se ha ido desarrollando una serie de herramientas que facilitaban su uso e incluso hacían que dejara de ser necesario la presencia constante de un operador.

Este tipo de herramientas consisten en software especializado que permite manejar la máquina de manera automática en base a un programa diseñado previamente y producir una pieza que ha podido ser diseñada mediante ordenador.

Estos softwares son los llamados CAD y CAM, a los que se les suma el control numérico.

En definitiva, los pasos (o software) que se usa a la hora de diseñar y mecanizar la pieza en centros de mecanizado multieje consiste en seguir los siguientes pasos:

1. CAD: diseño de la pieza
2. CAM: generación de parámetros de mecanizado y trayectorias
3. CNC: mecanizado

1.1.2.1. CAD

Son las siglas de diseño asistido por computadora (por su traducción del inglés: Computer-aid design). Este tipo de software se emplea en multitud de disciplinas distintas de la ingeniería y otros ámbitos como la arquitectura o el diseño gráfico.

Estas herramientas de diseño se utilizan para plasmar bocetos o planos en dos y tres dimensiones para poder representarlas en ordenador. Estos, presentan la ventaja de la modificación de los diseños en tiempo real y la capacidad de hacer representaciones gráficas muy precisas.

1.1.2.2. CAM

Viene de las siglas Computer-Aid Manufacturing, o en español, fabricación asistida por ordenador, es un software específico que sirve para generar programas de control para mecanizar piezas diseñadas en maquinaria específica.

Este tipo de programas permiten convertir diseños creados por ordenador mediante software CAD en los códigos máquina con el lenguaje específico de estas. De esta manera se puede acelerar los procesos de conversión de un diseño a una pieza real.

Los programas de CAM para producir programas para fresadoras de 5 ejes son muy costosos por lo que con este trabajo queremos poner en práctica métodos de obtención de Estos códigos alternativos.

1.1.2.3. CNC

CNC o control numérico computacional es la automatización del control de máquinas herramientas. Gracias a este tipo de software, las máquinas herramientas pueden operar de forma autónoma siguiendo un código generado en un lenguaje de programación llamado normalmente código G.

Este lenguaje estará supeditado a un postprocesador, que es el traductor que hace posible la comunicación software-máquina.

En las máquinas CNC, la variable principal es la posición respecto a un origen máquina principal que se debe establecer. La utilización del control numérico no es exclusiva de los centros de fresado multieje, sino que se emplea también en torneado o taladro.

1.2. Álabes

Los álabes de las turbinas son los elementos singulares que tienen la finalidad de extraer de un fluido a alta temperatura y presión. Son uno de los principales elementos de los turbofanos, turbohélices y turborreactores, siendo por tanto un elemento muy importante para la industria aeronáutica.

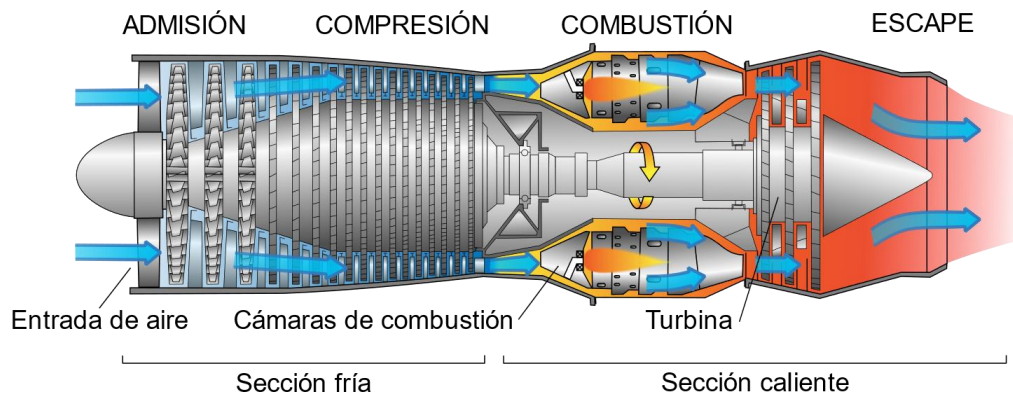


Figura 1. 2. Esquema de un turborreactor

Fuente: Jeff Dhal

Debido a las extremas condiciones de operación a las que trabajan, los álabes suelen ser el factor limitante de las turbomáquinas de las que son parte.

1.2.1. Materiales y procesos de fabricación

Debido a las altas presiones y temperaturas a las que deben operar, los álabes suelen fabricarse con materiales exóticos de alto rendimiento.

Gracias al desarrollo de nuevos métodos de fundido de materiales en la década de los 50, se consiguió acceder a la fabricación de álabes con mayores resistencias a altas temperaturas como superaleaciones.

Nuevos métodos como el prensado isostático en caliente, permitieron reducir la porosidad de los metales, mejorando las propiedades metálicas de estos.

Por otro lado, también se han desarrollado técnicas para fundir y moldear el álabe de manera que en el proceso de solidificación del metal se produzca únicamente a partir de un solo grano. De esta manera se mejoran las propiedades de resistencia a fluencia, entre otros.

Hoy día, la mayor parte de álabes de turbinas de aviación se realizan con superaleaciones base níquel que incorporan otros elementos como cobalto o cromo.

Además, estas piezas formadas de superaleaciones suelen recubrirse con barreras térmicas (TBCs) cerámicas que mejoran la resistencia al desgaste por fatiga y por fluencia.

Aunque también existen procesos de mecanizado de álabes mediante fresadoras de 5 ejes, no es un proceso que está muy extendido y se sigue recurriendo a los procesos tradicionales anteriormente mencionados.

Es aquí donde entra este trabajo, que consiste en evaluar la viabilidad de un método de fabricación de álabes mediante fresadoras de cinco ejes con fresa esférica planeando el mecanizado de manera que no se necesiten programas de CAM de cinco ejes.



CAPÍTULO 2

Descripción del laboratorio y operaciones básicas

En el siguiente capítulo se describirá el laboratorio de máquinas herramientas de la UPCT en donde se desarrolla el mecanizado del álabe. Así pues, se comentará la maquinaria utilizada para el mecanizado del álabe, así como una serie de operaciones básicas a realizar en el taller.

Este apartado puede servir para que el lector se haga una idea del equipo necesario para afrontar un proyecto como este, así como la experiencia que pueda necesitar para operarlo.

2.1. Descripción del laboratorio

El laboratorio de máquinas herramientas de la Universidad Politécnica de Cartagena se encuentra situado en el Edificio de Laboratorios de Investigación (ELDI) y consta de una gran variedad de máquinas con distintos fines que van de tornos a máquinas FIAP.

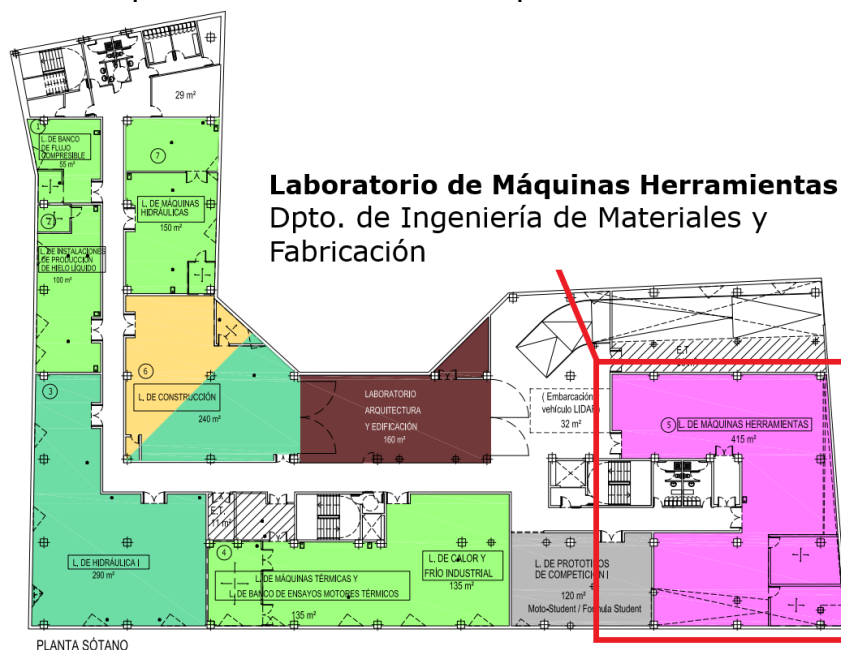


Figura 2. 1. Plano de planta del ELDI

Fuente: Universidad Politécnica de Cartagena

Entre las máquinas herramientas que hay en el taller, destacaré las usadas a lo largo del proyecto:

- Lagun L650: es un centro de mecanizado vertical dirigido con control numérico y una potencia máxima en el motor principal de 9 kW. Tiene movimiento lineal en los ejes de coordenadas X, Y, Z y rotativo sobre los ejes Z e Y (C y B respectivamente).
- Torno CMZ T-360: torno con potencia nominal de 2'2 kW y regímenes de giro de hasta 2000 rpm.
- También se utilizarán otras máquinas herramientas en menor medida como una sierra de cinta para cortar los tochos de metal.

Además de esas máquinas herramientas se hará uso de utensilios del taller como calibres, micrómetros digitales, reloj comparador, machos, etcétera.

2.2. Calibración

2.2.1. Calibración inicial

Una de las operaciones básicas que se debe realizar a la hora de utilizar un centro de mecanizado de cinco ejes como el presente en el Laboratorio de Máquinas Herramientas de la UPCT, es calibrarlo correctamente. Con un calibrado inexacto nos será imposible llegar a obtener las exigentes tolerancias dimensionales requeridas en el desarrollo de piezas de alta precisión, como es el caso de un álabe de turbina, objeto de este proyecto.



Figura 2. 2. De izquierda a derecha, micrómetro digital y reloj comparador

Fuente: elaboración propia

Para realizar el proceso de calibrado, necesitaremos un reloj comparador y un micrómetro digital (figura 2.2) sobre el cabezal de la herramienta, y además, una pieza cilíndrica que atraparemos con las garras de la máquina. No será necesario conocer las medidas exactas de la pieza pues a la hora de establecer el origen de coordenadas de la máquina, también obtendremos su diámetro y altura. No obstante, sí que es necesario asegurarnos de la rectitud de este cilindro realizándole un cilindrado y refrentado en un torno.

Los ejes a calibrar de la máquina son los siguientes:

ejes cartesianos XYZ y los ejes de giro C y B que están sobre los ejes Z e Y respectivamente.

Cabe mencionar que el eje Z corresponde al movimiento del cabezal de la herramienta, mientras que el resto los realiza el plato que sujeta la pieza.



Figura 2. 3. Ejes de coordenadas Lagun L650

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, emplearemos el reloj comparador para ver la inclinación del eje **B**. El procedimiento a seguir es el siguiente: en primer lugar, acercaremos el reloj hasta que toque la pieza en el lateral, del modo indicado en la figura 2.4. Posteriormente moveremos el reloj en los dos sentidos del eje Y, parando ahí donde el reloj marque un mayor desplazamiento. Este punto estará aproximadamente en el plano **ZX** que pasa por el origen de **X**. Posteriormente, anotaremos la medida de **Z** y estableceremos ese punto como origen o cero en el reloj comparador. Por último, bajaremos el reloj comparador desplazándonos por el eje **Z** y veremos si existe variación de medida en el reloj.

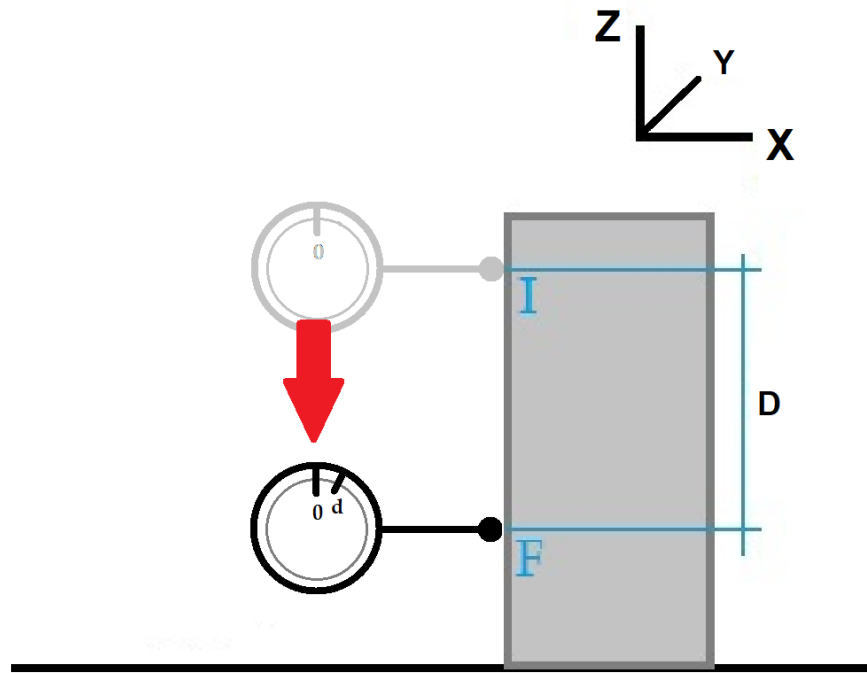


Figura 2. 4. 1º paso calibración

Fuente: elaboración propia

En caso de que en el punto inicial **I** y el final **F** tengan la misma medida en el reloj comparador no existirá desviación en el eje de giro **B**. Si hubiera, tendríamos que obtener este ángulo para tenerlo en cuenta y así poder rectificar el error. Para ello utilizaremos la siguiente relación:

$$\text{Corrección de } B = \arctan\left(\frac{d}{D}\right) \quad (2.1)$$

Esta relación sirve para obtener el ángulo de desviación que se sumará o restará al valor preestablecido del cero de **B** dependiendo de la posición relativa de **I** y **F**.

Por otro lado, el micrómetro digital nos permitirá medir desplazamientos en el eje **X**, **Y** o **Z** por separado, por lo que nos será útil para poder calibrar el resto de ejes de la máquina.

Empezaremos el proceso buscando el origen del eje **X**. Para ello, bajaremos el micrómetro lo suficiente para apreciar que su punta esté por debajo de la parte superior de la pieza a simple vista, tal como vemos en la figura 2.5. Lo bajaremos lo suficiente para hacer las medidas sobre una parte de la pieza que sea uniforme, evitando, por ejemplo, chaflanes.

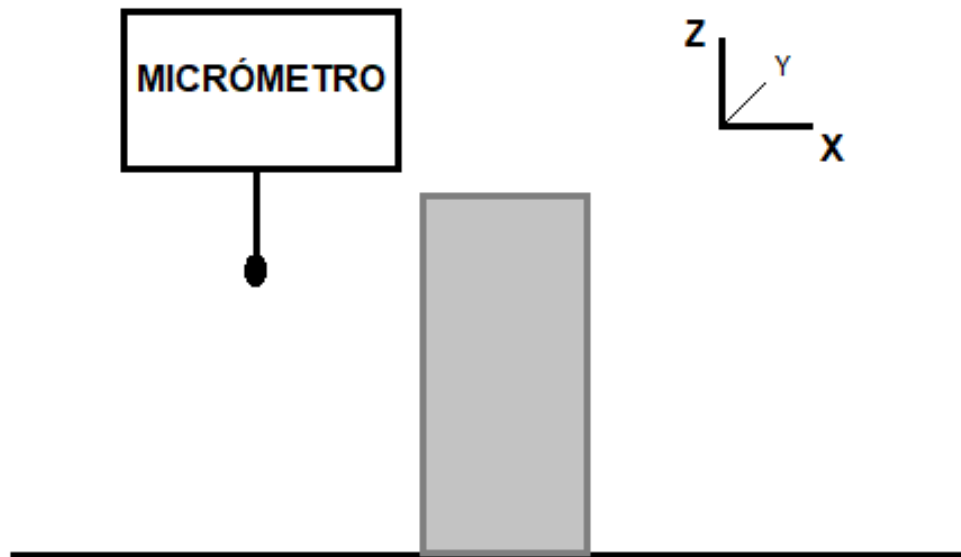


Figura 2. 5. 2º paso calibración

Fuente: elaboración propia

Anotaremos el valor del eje **Z** e iremos acercando el micrómetro a la pieza hasta que éste indique que existe un desplazamiento. En este momento, anotaremos el valor de posición del eje **X** de la máquina y del desplazamiento del micrómetro, separaremos el cabezal de la pieza manteniéndonos en el mismo plano **YZ**.

Posteriormente, levantaremos el medidor y lo llevaremos al otro extremo del cilindro. Ahora actuaremos de manera análoga a la realizada por la izquierda, bajaremos el cabezal al mismo nivel que habíamos apuntado anteriormente y desplazaremos, en este caso a la izquierda, hasta que nuevamente, toquemos ligeramente el cilindro con el micrómetro.

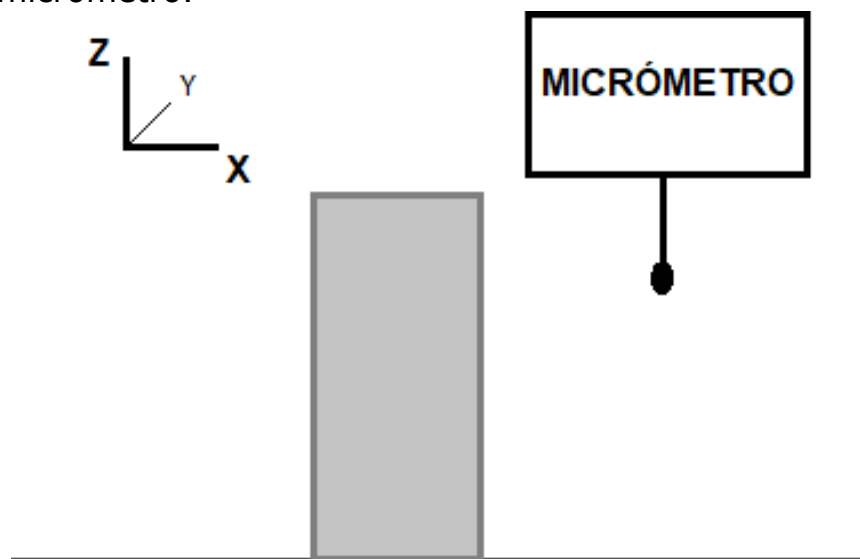


Figura 2. 6. 3º paso calibración

Fuente: elaboración propia

Apuntamos los valores de posición de eje **X** de la máquina y del desplazamiento del micrómetro y ya podemos obtener el origen de **X**.

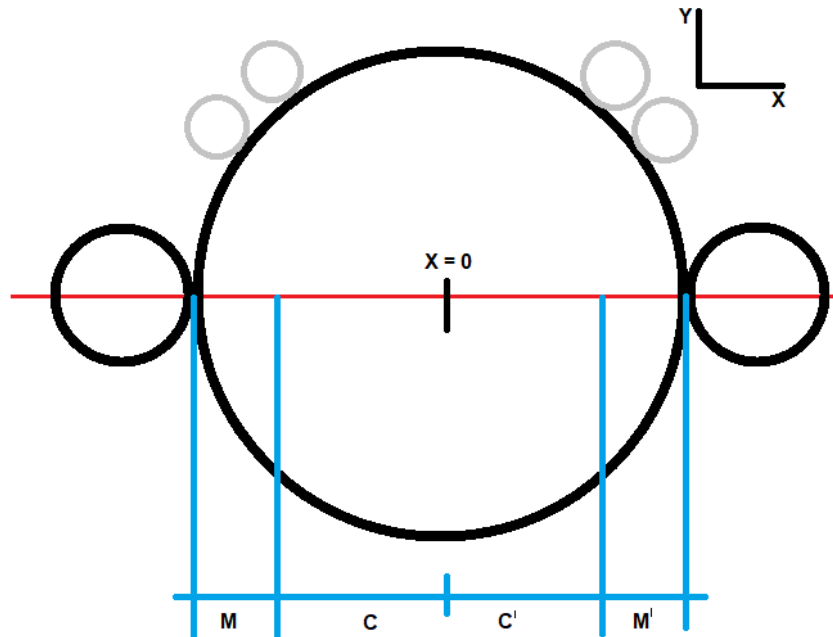


Figura 2. 7. Medidas micrómetro digital eje X

Fuente: elaboración propia

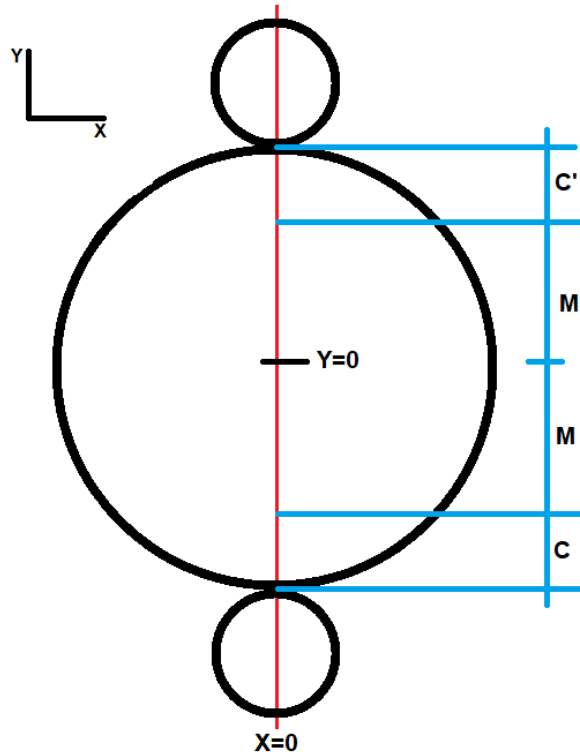
En la figura anterior podemos ver la disposición del cilindro y la esfera de la punta del micrómetro para el lado derecho e izquierdo, junto con las cotas medidas. Las cotas **C** y **C'** son las medidas que hemos tomado de la máquina, pues indican la verdadera posición del micrómetro, y no de su punta. Por otro lado, **M** y **M'** son la deformación que ha sufrido el micrómetro. Por lo tanto, el centro **X** lo podremos obtener realizando lo siguiente:

$$X = \frac{(C + M) + (C' + M')}{2} \quad (2.2)$$

Un procedimiento útil es el de tomar siempre un mismo desplazamiento del micrómetro, por ejemplo, cuando éste dicte 50 micras. De esta manera, podríamos despreciar las cotas **M** y **M'**.

Por otro lado, si bien hemos puesto de ejemplo unas medidas en las que el micrómetro está justo en el centro del eje **Y**, esto no será necesario. Como se aprecia en la figura 2.7., siempre y cuando tomemos las medidas a ambos lados de la pieza en el mismo plano **XZ**, obtendremos el centro **X** debido a la geometría de la planta del cilindro.

Ahora procederemos a obtener el centro **Y** de la pieza. Para ello, realizaremos un procedimiento análogo, pero esta vez teniendo en cuenta que las medidas se deberán realizar siempre sobre el plano **XZ** que pasa por el origen de **X** calculado anteriormente.



De esta manera, utilizando la ecuación (2.2) de manera análoga, obtendremos el centro Y:

$$Y = \frac{(C + M) + (C' + M')}{2}$$

Figura 2. 8. Medidas micrómetro digital eje Y

Fuente: elaboración propia

Con esto ya tendríamos calibrada la máquina, al haber obtenido el centro de los ejes X e Y para la pieza a mecanizar, así como tendremos el plato perfectamente nivelado.

Esta calibración será necesario realizarla, al menos para los planos X e Y siempre que se cambie de pieza. Esto es debido que al cambiar la pieza existente y apretarla con las garras de la máquina, pueden llevar a variar los centros relativos.

No obstante, cabe destacar que, para producción de grandes lotes de una misma pieza, que parten a su vez de un sólido con las mismas dimensiones, no será necesario realizar esta operación para cada nueva pieza. Eso sí, será conveniente realizar algunas comprobaciones cada un determinado número de tiradas.

2.2.2. Calibración intermedia

Como ya hemos expresado antes, para lotes de piezas que parten desde un tocho de las mismas geometrías y dimensiones no es necesario realizar todo el proceso de calibración. No obstante, al cambiar de tocho, se puede realizar una pequeña operación para asegurarnos que este esté recto.



Para ello, se puede optar por realizar la operación de la figura 2.4 para asegurarnos de que el tocho está bien apoyado en el plato o que los centros no se han movido debido al mecanizado de otras piezas.

También tras un gran número de mecanizados es recomendable realizar de nuevo el calibrado de los centros, para asegurarnos de que no han variado debido a las fuerzas generadas durante el mecanizado.



CAPÍTULO 3

Diseño del álabes

En este capítulo se recogerá el desarrollo del diseño del álabe, así como se explicarán los fundamentos teóricos empleados en el diseño. Esta parte teórica se abordará de manera superficial, pues el objetivo principal de este trabajo no es la del diseño en sí del álabe, sino el de evaluar el método de mecanizado para y estudiar su efectividad.

Para el diseño emplearé el software de SolidWorks. Con él, utilizaremos splines de estilo, basadas en curvas de Bézier, para realizar primeramente el diseño en 2D de la sección del álabe, basado en los parámetros típicos que definen cualquier tipo de álabe. Por último, se explicará el diseño final de la pieza en 3D y las decisiones tomadas para su elaboración.

3.1. Conceptos matemáticos del diseño

El diseño del álabe ha sido realizado principalmente mediante la herramienta de splines de estilo, siendo este es el nombre que da SolidWorks a las B-splines (del inglés *Basis spline*, traducido como *línea polinómica suave básica*).

La base del diseño de superficies curvas en los programas informáticos son las splines o curvas diferenciables definidas en porciones. Este tipo de curvas o splines se representan mediante polinomios y aglutinan una gran cantidad de tipos de funciones distintas.

Entre éstas, están las ya mencionadas B-splines, que no son más que generalizaciones de curvas de Bézier que elimina los problemas de oscilación en los extremos de los segmentos de los polinomios cuando se realiza interpolación polinómica, problema conocido como fenómeno de Runge [6].

Estas curvas de Bézier fueron desarrolladas por el ingeniero francés homónimo para realizar trazos curvilíneos en diseños automovilísticos y aeronáuticos. La utilidad de usar este tipo de curvas viene dada por su suavidad y precisión en el diseño con programas CAD [6].



Figura 3. 1. Pierre Bézier

Fuente: Pinterest

La línea de curvatura media del álabe es una B-spline cúbica (con cuatro puntos de control), mientras que las líneas superiores e inferiores que definen el álabe son de grado mayor que cuatro para que así podamos garantizar la continuidad geométrica de segundo orden en el punto de unión.

Para ello, se deben dar las condiciones de la figura 3.2.: en primer lugar, los puntos de inicio y final deberán estar en el mismo lugar geométrico. En segundo lugar, los segmentos que unen los primeros dos puntos de las splines deben ser colineales y por último, estos segmentos deben tener la misma longitud. De esta manera tenemos una continuidad geométrica de orden dos, G^2 [7].

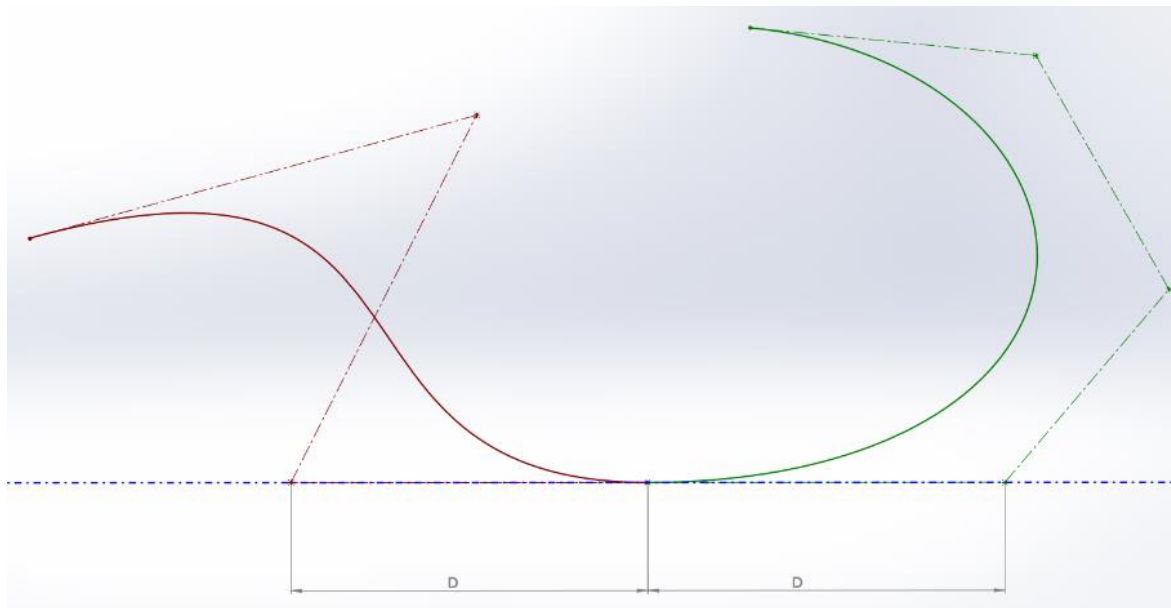


Figura 3. 2. Condiciones para continuidad geométrica de segundo orden

Fuente: elaboración propia

La continuidad será importante a la hora de unir las dos mitades superior e inferior del álabe en los puntos inicial y final de la línea de curvatura para garantizar la suavidad en toda la curvatura del álabe.

3.2. Diseño en 2D

A continuación, procederé a explicar el diseño de la sección del álabe, así como las principales variables que intervienen en este tipo de diseños. En primer lugar, como ya se mencionó en el apartado anterior, estableceré la línea de curvatura (en inglés, *camber line*), representada en la figura 3.3.

En esta figura, también podemos apreciar algunos de los parámetros que definen el álabe en su diseño y que dependerán de cuestiones como el régimen de giro, el tipo de turbina y demás condiciones de funcionamiento específicas. Los presentes en la figura son [5][8]:

- Línea de curvatura (*camber line*): línea dibujada en la figura en azul, es la línea media del perfil que va desde el borde inicial hasta el final.
- L , cuerda o longitud de cuerda (*chord*): línea recta imaginaria entre el borde final e inicial de la línea de curvatura.
- ξ , Ángulo de escalonamiento (*stagger angle*): es el ángulo que se produce entre la cuerda y la dirección axial de movimiento del álabe.
- θ_i y θ_r , Ángulos de flujo de incidencia y salida (*Flow inlet and Flow exit angles*), respectivamente: ángulos entre la dirección del flujo de fluido y la dirección axial de entrada y salida.

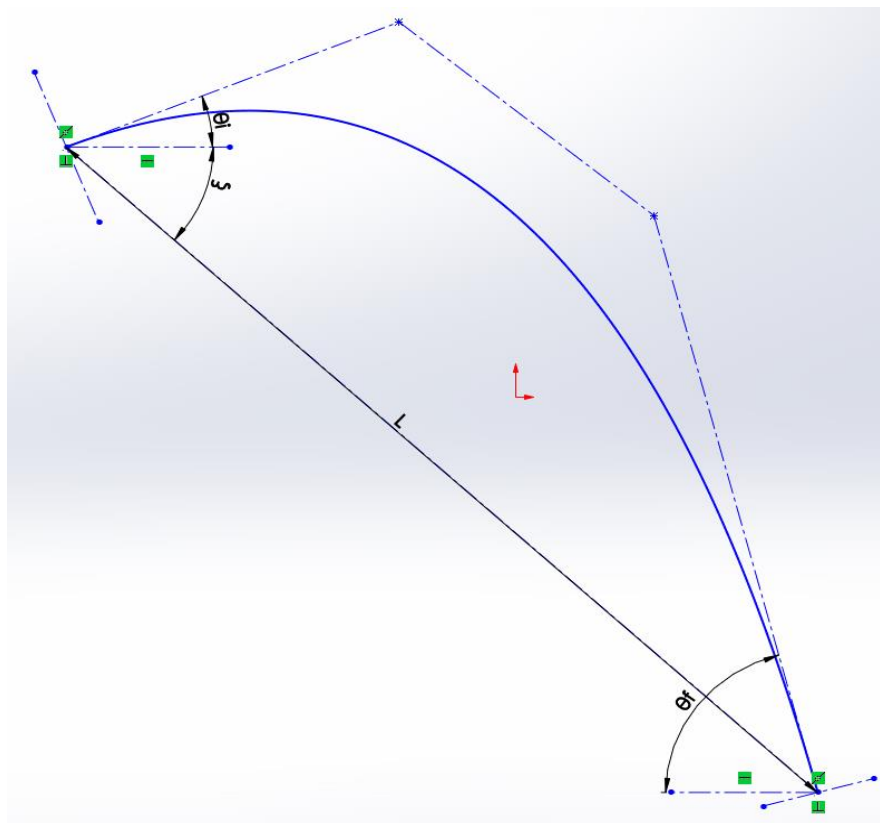


Figura 3. 3. Línea de curvatura y otros parámetros

Fuente: elaboración propia

Como los valores de estos parámetros dependen de elementos del diseño que no son pertinentes en este estudio, se utilizarán unos valores que permitan ajustar el tamaño del álabe a los tochos de metal utilizados en el laboratorio de la UPCT.

Ahora procederemos a construir las líneas superior e inferior que darán la forma definitiva a la sección del álabe. Para ello tendremos en cuenta las condiciones descritas en el apartado anterior que tenían que darse para que existiera continuidad entre ambas curvas.

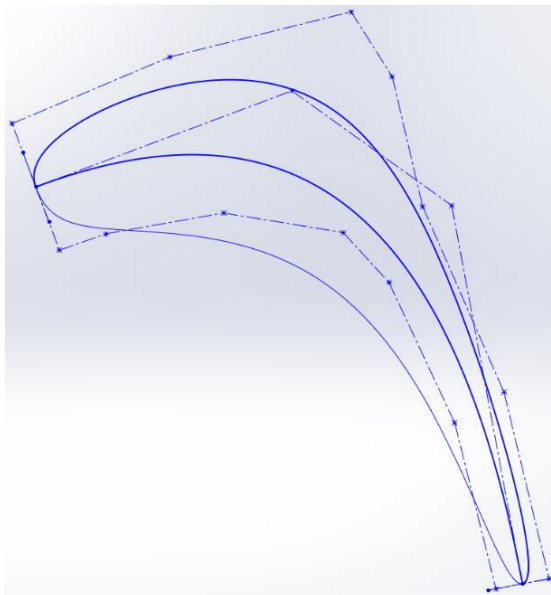


Figura 3. 4.a. Splines de estilo superior e inferior que definen el álabe junto a la línea de curvatura

Fuente: elaboración propia



Figura 3. 4.b. a. Área de sección de álabe

Fuente: elaboración propia

Como se ha comentado anteriormente, las líneas superior e inferior son B-spline de grado mayor que cuatro, para que así podamos garantizar la continuidad en sus puntos de unión. En este caso se ha optado por utilizar curvas de Bézier con 9 puntos de control.

En la figura 3.4.a. podemos ver la construcción de las curvas mencionadas sobre la línea de curvatura media del álabe, mientras que en la figura 3.4.b. ya se ha obtenido la sección completa en base a las líneas exteriores.

Por último, en la figura 3.5. he representado la sección del álabe sobre una circunferencia de diámetro 50, que es la sección de los tochos metálicos sobre los que partiremos para mecanizar el álabe. También podemos apreciar cómo se cumplen las condiciones para que exista la continuidad geométrica de segundo orden.

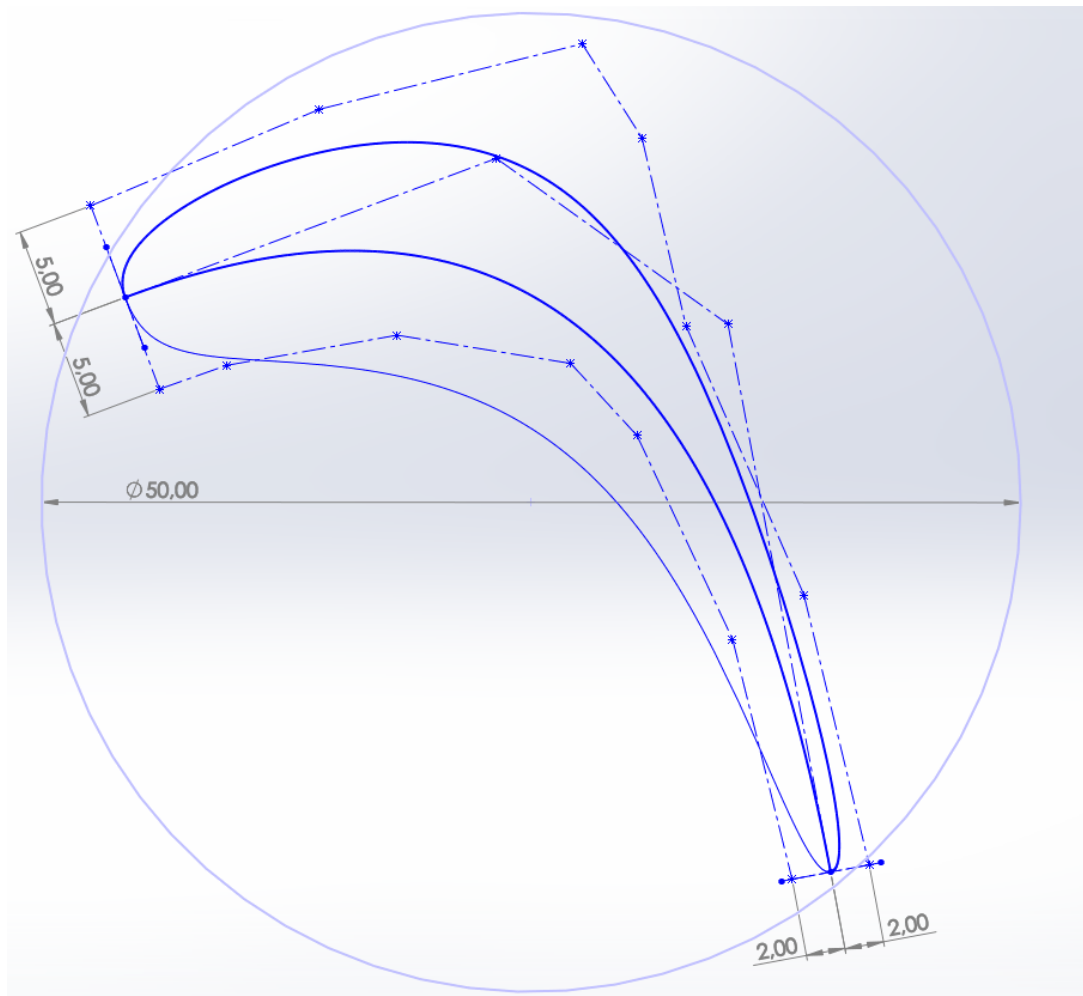


Figura 3. 5. Sección del álabe sobre la base del tocho

Fuente: elaboración propia

3.3. Diseño en 3D

A continuación, se explicarán los pasos necesarios para obtener la superficie sólida en tres dimensiones del álabe.

En primer lugar, cabe indicar que el diseño del álabe por el que se ha optado carece de cualquier tipo de soporte o guía que permitiría el anclaje de éste al rotor, es decir, solo se ha diseñado la hoja del álabe, pues ésta es la parte formada por superficies curvas complejas que son las más difíciles de obtener con centros de mecanizado convencionales de fresado. Esto se aplica tanto al anclaje inferior, como a otro posible soporte superior.



Figura 3. 6. En rojo, soportes superior e inferior de un álabes

Fuente: Sandvik Coromant

Por otro lado, se le ha dado cierta inclinación y giro a la superficie superior con respecto a la inferior. Esto es debido a la cierta inclinación que existiría entre el rotor y estátor del motor (figura 3.7) y para representar mejor la compleja superficie curvilínea que son los álabes. De esta manera, esta decisión no es solo una cuestión de diseño, sino también para incrementar la complejidad de la pieza a mecanizar.

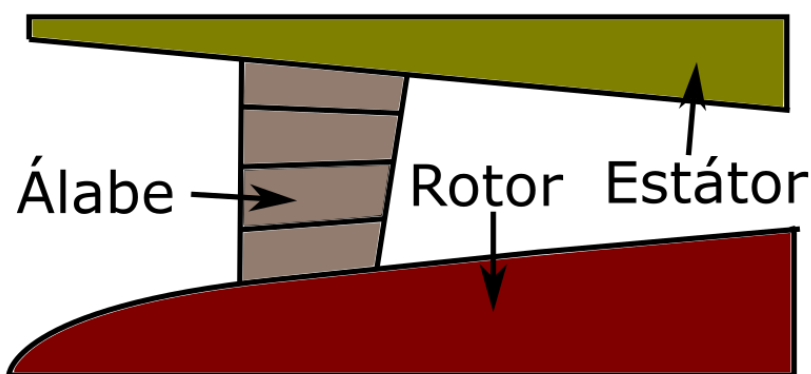


Figura 3. 7. Vista lateral rotor-estátor

Fuente: elaboración propia

Así pues, para comenzar con el diseño en 3D de la pieza, empezaremos colocando un plano a una distancia de 50 mm del plano inferior, ésta será la altura media del álabes (figura 3.8).

Posteriormente realizaremos un plano sobre este rotado 15° , para representar el diferente ángulo entre rotor y estátor (figuras 3.9 y 3.10).

Posteriormente, copiaremos el croquis de la superficie del álabe inferior en este plano superior (figura 3.11) y la giraremos con un ángulo β , como podremos apreciar si miramos el diseño ortogonalmente a su base o alzado (figura 3.12). En último lugar, realizaremos las superficies superior e inferior del álabe en base a sus croquis (figura 3.13) y realizaremos la superficie lateral del álabe mediante la herramienta de SolidWorks de recubrimiento. De las figuras 3.14 a 3.17 representamos el álabe finalizado desde diferentes puntos de vista.

A continuación, están recogidas las imágenes del proceso descrito arriba:

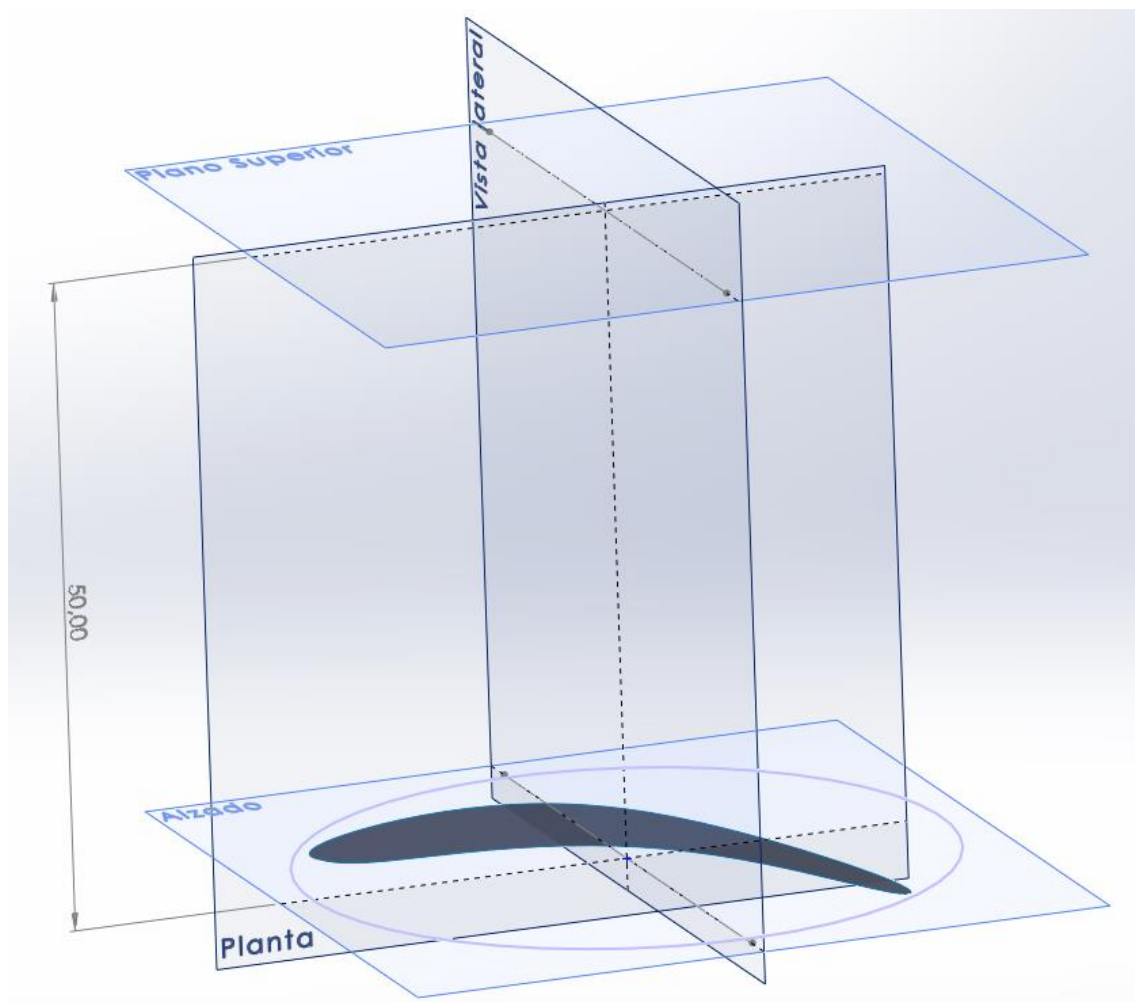


Figura 3. 8.

Fuente: elaboración propia

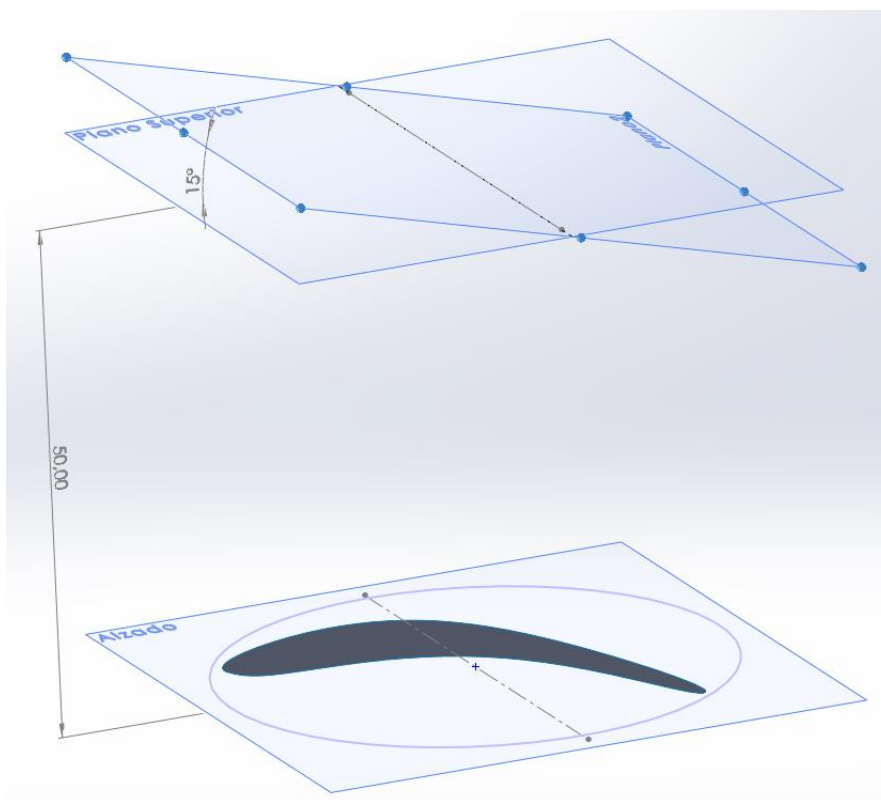


Figura 3. 9.

Fuente: elaboración propia.

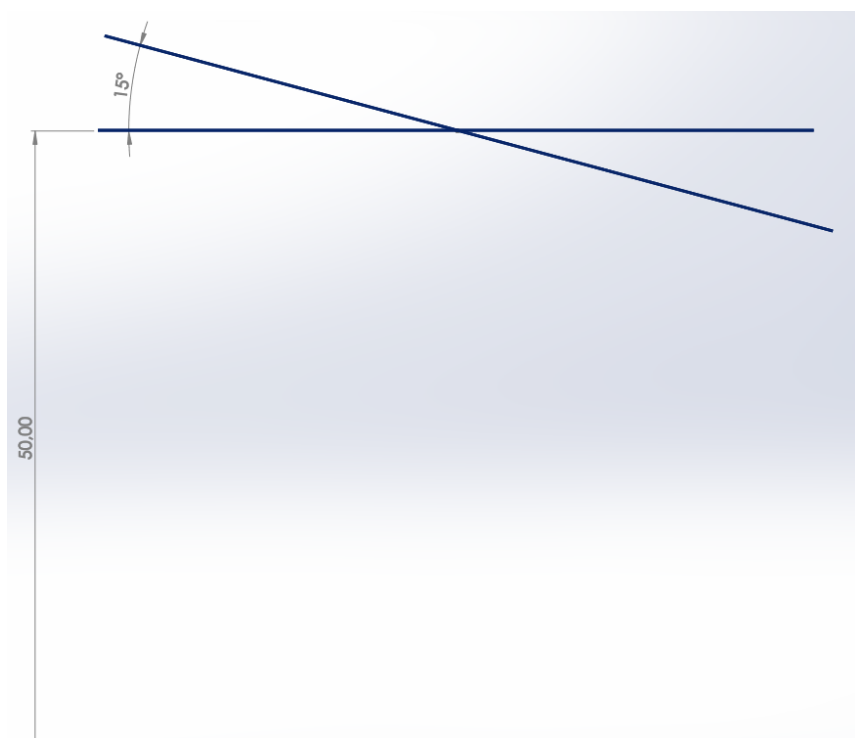


Figura 3. 10.

Fuente: elaboración propia.

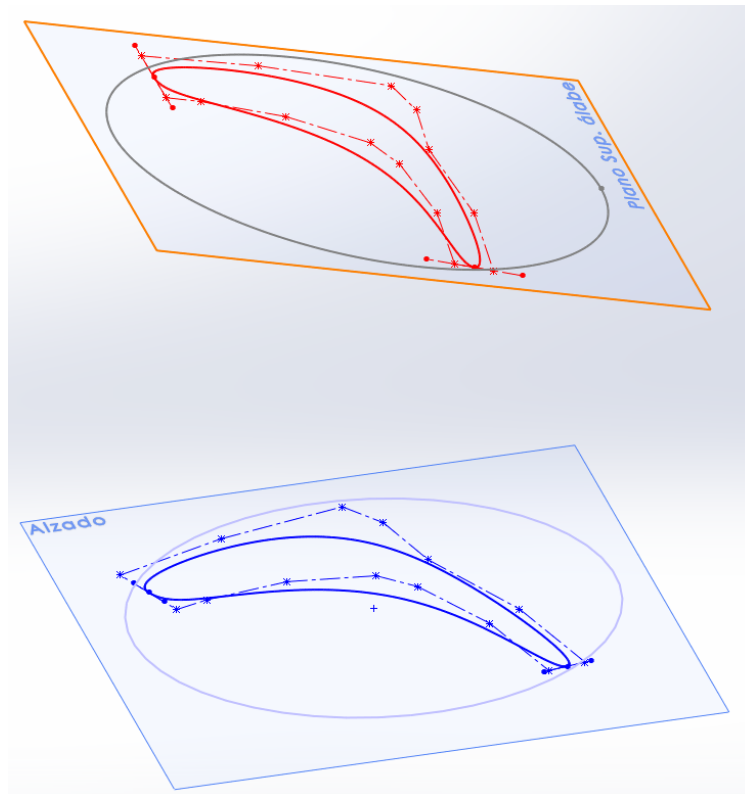


Figura 3. 11.

Fuente: elaboración propia.

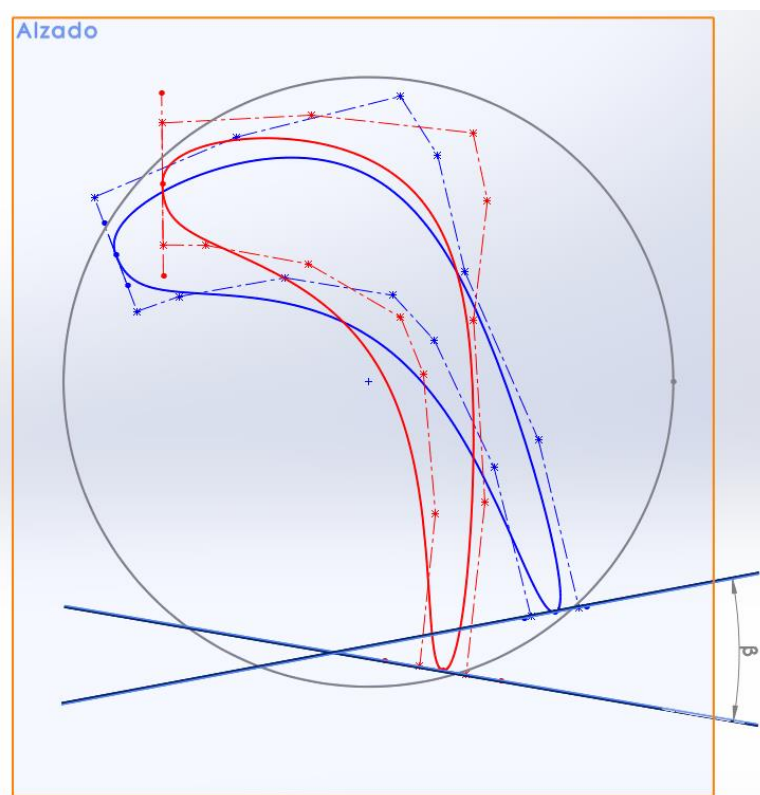


Figura 3. 12.

Fuente: elaboración propia.

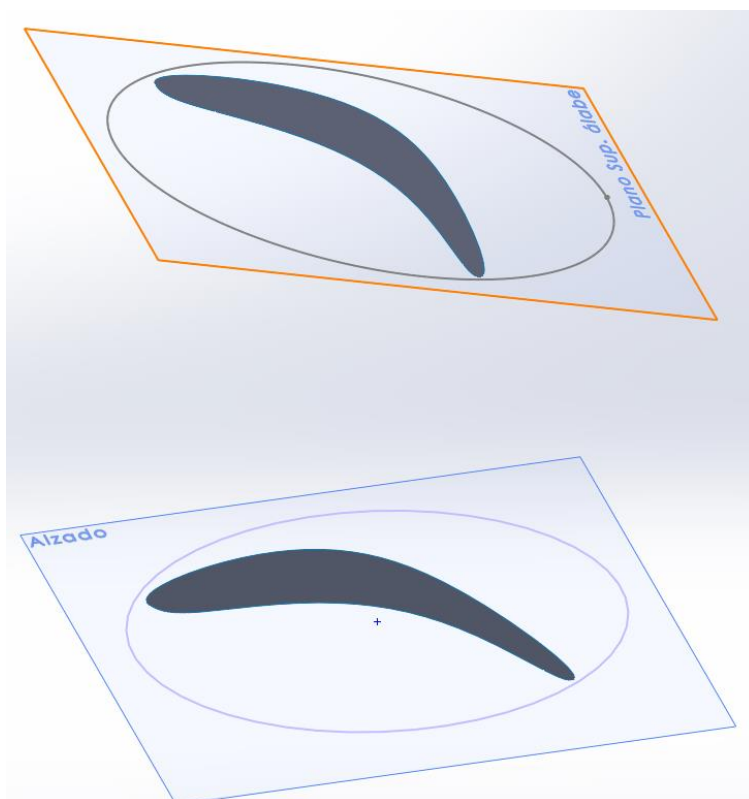


Figura 3. 11.

Fuente: elaboración propia.

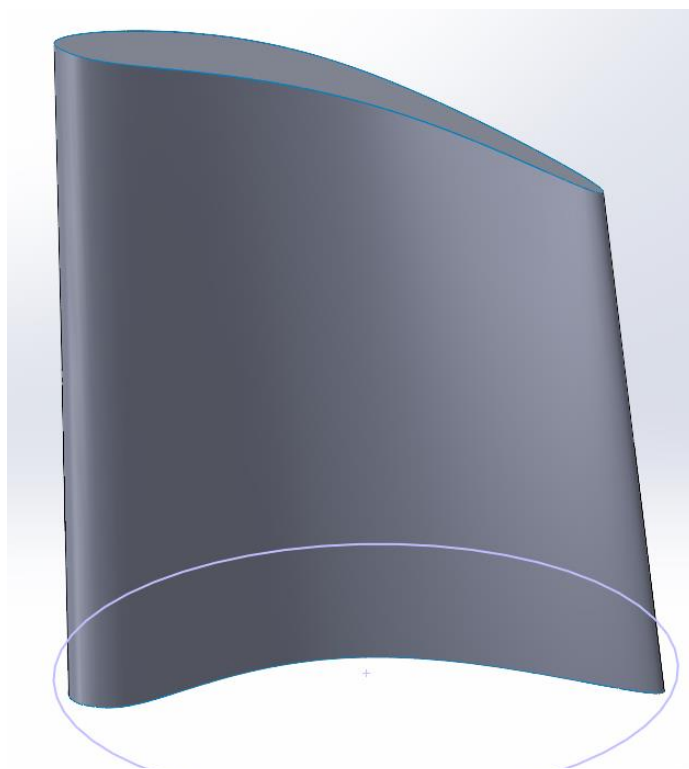


Figura 3. 12.

Fuente: elaboración propia.

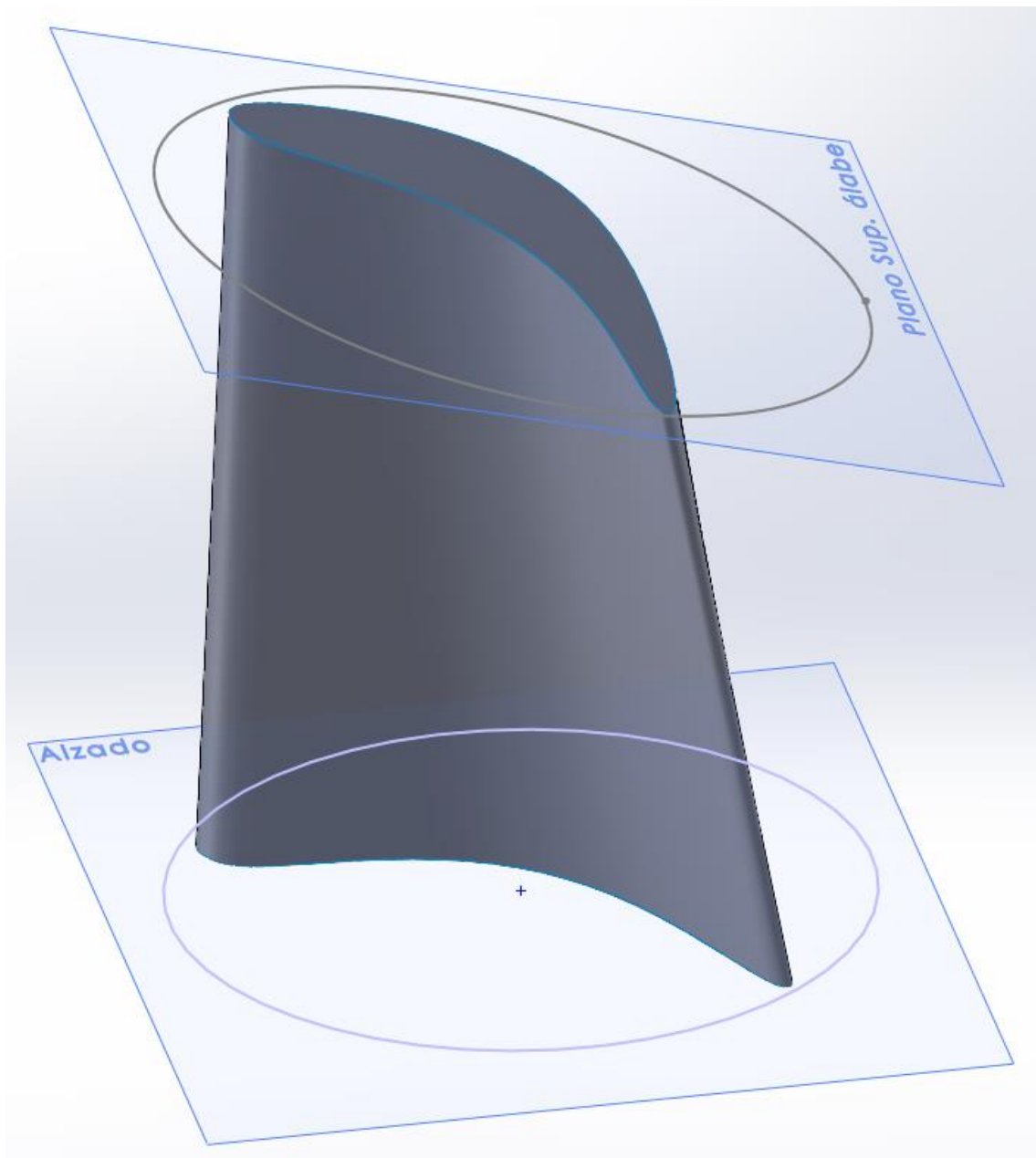


Figura 3. 13.

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. 14. Vista frontal.

Fuente: elaboración propia.

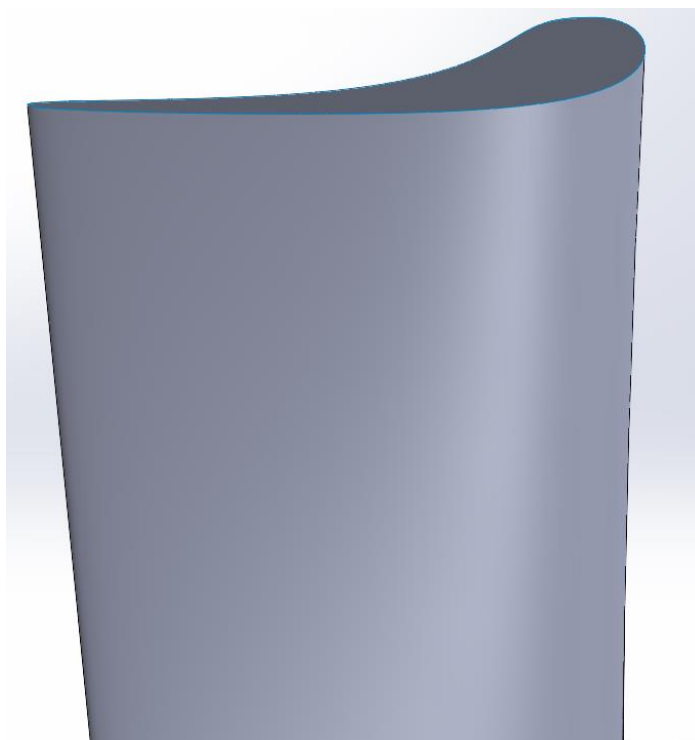


Figura 3. 15. Vista trasera.

Fuente: elaboración propia.

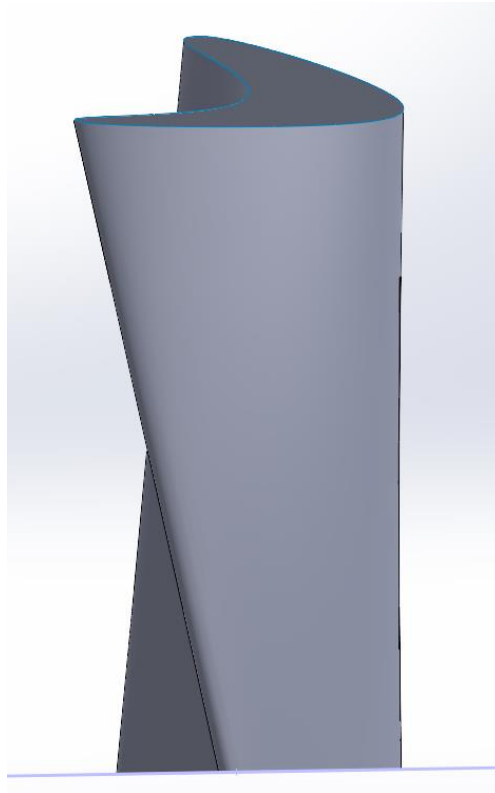


Figura 3. 16. Vista lateral derecha.

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. 17. Vista lateral izquierda.

Fuente: elaboración propia.



CAPÍTULO 4

Planificación de procesos para el mecanizado

En este apartado se realizará una pequeña introducción de los procesos de mecanizado a realizar para obtener el álabe. Estos procesos serán la obtención del tocho, la obtención de los programas de desbaste y la generación del código basado en interpolaciones circulares.

4.1. Obtención del tocho

Los materiales utilizados en la fabricación de turbinas son variados y complejos, difíciles de obtener y por supuesto, muy costosos. Por estos motivos su obtención para el mecanizado del álabe de este proyecto está descartada, siendo este aspecto uno de los puntos de más interés para seguir investigando.

Por lo tanto, para el mecanizado se ha optado por la utilización de aluminio, que es un material blando que no va a desgastar mucho las herramientas ni va a necesitar la utilización de taladrina. Además, es barato y es fácil de obtener para el laboratorio de máquinas herramientas de la UPCT.

4.1.1. Diseño del tocho y la sujeción

Como se vio en el capítulo anterior, la pieza se ha diseñado para que se mecanice a partir de un cilindro de 50mm de diámetro. A pesar de que la cara superior estaba situada a 50 mm de la inferior, si se tiene en cuenta la inclinación de ésta, la pieza tiene una altura aproximada de 55 mm, por lo que se necesitará que la altura del tocho sea al menos esta.

Por otro lado, debido a que la altura de las garras desde el plato donde se apoya el tocho es de aproximadamente 4 cm, se necesitaría aumentar la altura de este tocho de aluminio en casi un 75%. Por este motivo, se ha optado por fabricar una base de acero que utilizaré como pieza de anclaje a las garras de la fresadora y que se unirá al tocho de aluminio mediante un tornillo pasante, elevando la altura del tocho y reduciendo el consumo de aluminio.

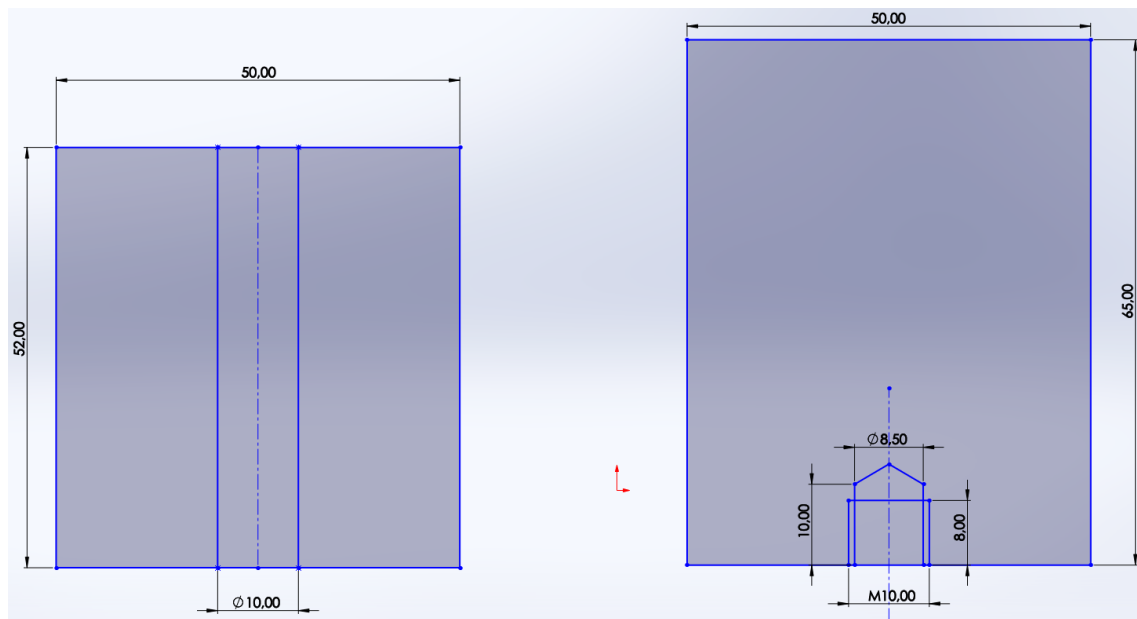


Figura 4. 1. Diseño del tocho. A la izquierda el apoyo de hierro y a la derecha el tocho de aluminio

Fuente: elaboración propia

De este modo se podrá partir de tochos de aluminio con alturas más similares a la de la pieza en sí, evitando el desperdicio de metal y ahorrando material a la hora de hacer las pruebas de laboratorio.

4.1.2. Fabricación del tocho

El proceso de fabricación del tocho es muy simple y se ha realizado mediante una operación de cilindrado y refrentado en un torno del laboratorio. El proceso a seguir hasta obtener los diseños representados en la figura 4.1 es el siguiente:

1. En primer lugar, se realiza el cilindrado de las barras del metal de la base y del aluminio a mecanizar hasta el diámetro necesario de 50mm. Posteriormente al cilindrado, se puede comprobar la rectitud del asiento de acero mediante un reloj comparador.
2. Posteriormente, se realiza un refrentado de las caras de los cilindros, para dejar estas en posición totalmente perpendicular al eje de giro.
3. El siguiente paso es el de taladrar la pieza de asiento por su eje central para hacer un agujero pasante por el que pase el tornillo de sujeción.
4. El siguiente paso es el de hacer el taladro en el tocho de aluminio, teniendo en cuenta que el diámetro de este debe ser inferior al del tornillo pasante pues se deberá realizar un roscado en la cavidad.

5. El último paso es el de hacer este roscado mediante un macho en el tocho de aluminio.



Figura 4. 2. De izquierda a derecha y arriba abajo: Tocho cilindrado, comprobación de rectitud con el reloj comparador, refrentado, taladro, roscado y tochos terminados con su tornillo y arandela de apriete.

Fuente: elaboración propia

Estas piezas se unen por medio del tornillo pasante y se sujetan con las garras en la fresadora, dejándolo todo listo para calibrar la máquina y empezar a mecanizar.

4.2. Planificación de mecanizados

Debido a la complejidad y la esbeltez de la pieza se ha optado por dividir la operación de mecanizado en diferentes partes para poder trabajar de manera más eficiente. Esta división ha consistido en fraccionar la operación de mecanizado en dos, una serie de desbastes previos para reducir el tocho inicial hasta una forma muy aproximada a la del álabe, para después finalizar realizando una operación de acabado.

Los programas de desbaste servirán para reducir el tocho hasta una forma muy aproximada a la de la figura final. Esto se hará con fresas de mayor tamaño para ahorrar tiempos de mecanizado. La segunda parte del programa se hará mediante el uso de interpolaciones circulares para dar el acabado superficial final.



El desarrollo de ambas partes se explicará detalladamente en los siguientes capítulos, en donde se explicará el procedimiento seguido y se comentarán los resultados.



CAPÍTULO 5

Programas de desbaste

En la siguiente sección nos centraremos en desarrollar los programas de desbaste necesarios para aproximar el tocho cilíndrico de partida a la forma del álabe para poder realizar el acabado superficial.

Así pues, se tratarán las herramientas utilizadas, las condiciones de corte y las distintas fases en las que se ha dividido esta operación de desbaste.

5.1. Herramientas y condiciones de corte

Como ya se expuso en el capítulo anterior, se va a realizar el mecanizado en aluminio, por lo que las condiciones de corte serán propias para el mecanizado de este material en concreto.

Para el desbaste se ha optado por la utilización de una fresa recta de 16mm con cuatro filos. Se ha escogido este tamaño de fresa tan grande en comparación con el resto de la pieza para aumentar la velocidad del desbaste, ya que además, no es necesario que la pieza quede con un acabado superficial perfecto, esa es la finalidad del segundo programa.

Sobre el papel se ha partido de unas condiciones de corte de 1000rpm de velocidad de giro de la fresa, y una velocidad de avance de 400mm/min. Utilizando las siguientes fórmulas podríamos obtener el resto de parámetros:

$$n_w = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (5.1)$$

$$v_f = f \cdot n_w \cdot z \quad (5.2)$$

Dónde cada término se corresponde a lo siguiente:

- $n_w = 1000 \text{ rpm}$, velocidad de rotación (rpm)
- v_c , velocidad de corte (m/min)
- $D = 16 \text{ mm}$, diámetro (mm)
- $v_f = 400 \text{ m/min}$, velocidad de avance (mm/min)
- $z = 4$, número de filos
- f , avance por diente

Teniendo en cuenta que hemos elegido los valores de velocidad de giro, de avance y la fresa (número de filos y diámetro), si despejamos en las ecuaciones (5.1) y (5.2), podremos obtener los siguientes valores:

$$v_c = 50.265 \text{ m/min} \quad y \quad f = 0.1 \text{ mm/filo}$$

Por otro lado, como los programas de desbaste se realizarán por medio de SolidWorks CAM, podemos introducir los valores iniciales dentro de las condiciones de operación y veremos que este programa emplea los mismos resultados.

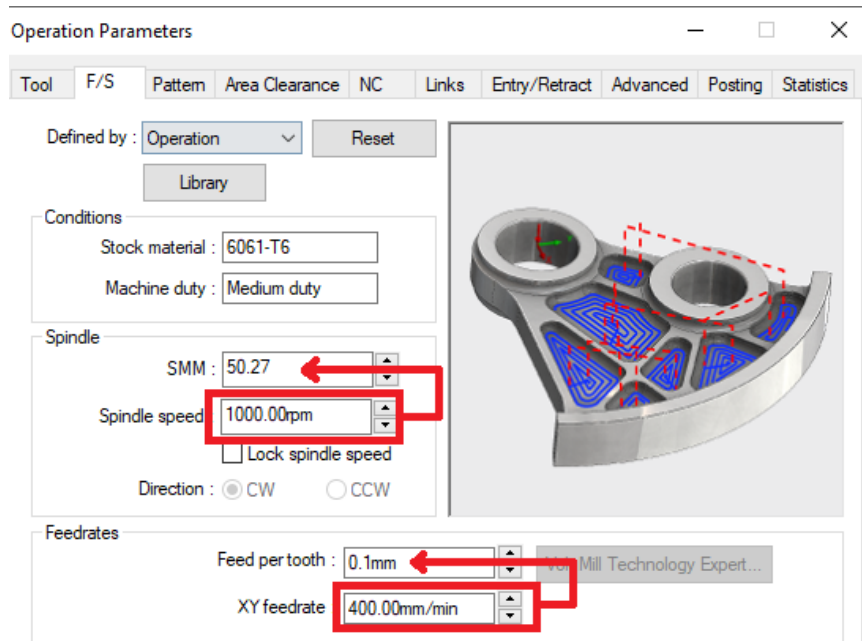


Figura 5. 1. Condiciones de corte en SolidWorks

Fuente: elaboración propia

Estas son las condiciones con las que se programarán los códigos para el desbaste, no obstante, a lo largo del mecanizado de las piezas en el laboratorio fueron variadas con los distintos potenciómetros que tiene la máquina. La velocidad de giro de la fresa se aumentó de media a lo largo del mecanizado un 50% hasta unos giros de aproximadamente 1500rpm.

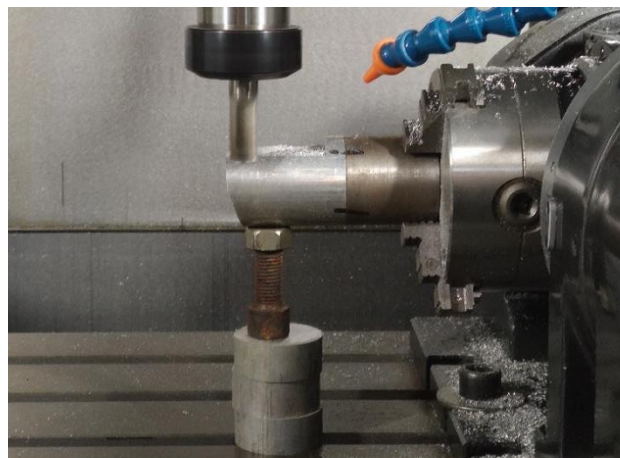


Figura 5. 2. Soporte para mecanizar

Fuente elaboración propia

Por otro lado, debido a la naturaleza esbelta del álabe y lo volado que quedaba al mecanizar se producía una gran vibración, por lo que se utilizó un calzador (figura 5.2) y se disminuyó la velocidad de avance hasta unos 300mm/min.

5.2. Programación del desbaste

Para la programación de los códigos de desbaste se ha hecho uso de SolidWorks CAM partiendo del modelo del álabe, y debido al tipo de licencia disponible se ha diseñado este programa en 3 ejes. Debido a esto y a la compleja geometría de la pieza, se ha tenido que particionar los desbastes en distintas operaciones en las que se coloca la pieza con distintas orientaciones.

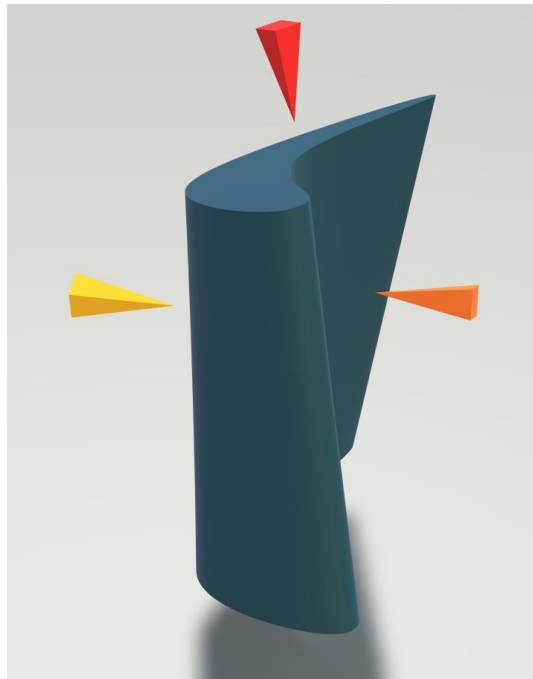


Figura 5. 3. Geometría del álabe y direcciones de desbaste

Fuente: elaboración propia

Con la imagen anterior en donde refrescamos la geometría del álabe, podemos establecer tres orientaciones desde las cuales podemos mecanizar el tocho cilíndrico para acercarnos a la verdadera forma del álabe. Estas tres son: mecanizar la parte superior hasta llegar a la base superior (mecanizado en dirección de la flecha roja), desbaste de la parte cóncava del álabe (desde la dirección de la flecha naranja) y desbaste de la parte cóncava (dirección de la flecha amarilla).

No obstante, debido a que la fresadora del laboratorio tiene el cabezal fijo, deberemos inclinar y girar la pieza en distintos ángulos para hacer posible que la fresa pueda mecanizar en sendas direcciones.

Para ello, partiremos de un origen de coordenadas conocido que esté perfectamente definido y desde el cual podamos obtener geoméricamente los nuevos ejes de coordenadas necesarios para cada mecanizado. Estas transformaciones de los orígenes de coordenadas se realizarán o bien por rotación de vectores o por simple trigonometría.

Estos cambios de centros de coordenadas que a priori parecen una complicación comparada con la de tener un centro fijo para los tres pasos es, en verdad, una gran simplificación a la hora de obtener los tres programas por SolidWorks. Esto es porque en este programa no se pueden establecer rotaciones entre operaciones y, además, haber definido un centro de coordenadas válido para las tres piezas habría sido complejo.

En cualquier caso, el centro de coordenadas que tomaremos de inicio y que usaremos de referencia lo situaremos en el eje central del cilindro para situar las coordenadas **X** e **Y**, situando la cota de **Z=0** sobre la superficie de separación entre el tocho de acero y el de aluminio.

En la siguiente figura representamos la mesa de trabajo de la fresadora, así como el sistema de coordenadas (el eje de giro de **B** es el eje **Y**, mientras que para **C** es el **Z**). En marrón, tenemos la mesa de trabajo. En blanco, gris y negro se representa la maquinaria que ejerce los movimientos y en rojo las garras que sujetan el tocho de acero (marrón claro).

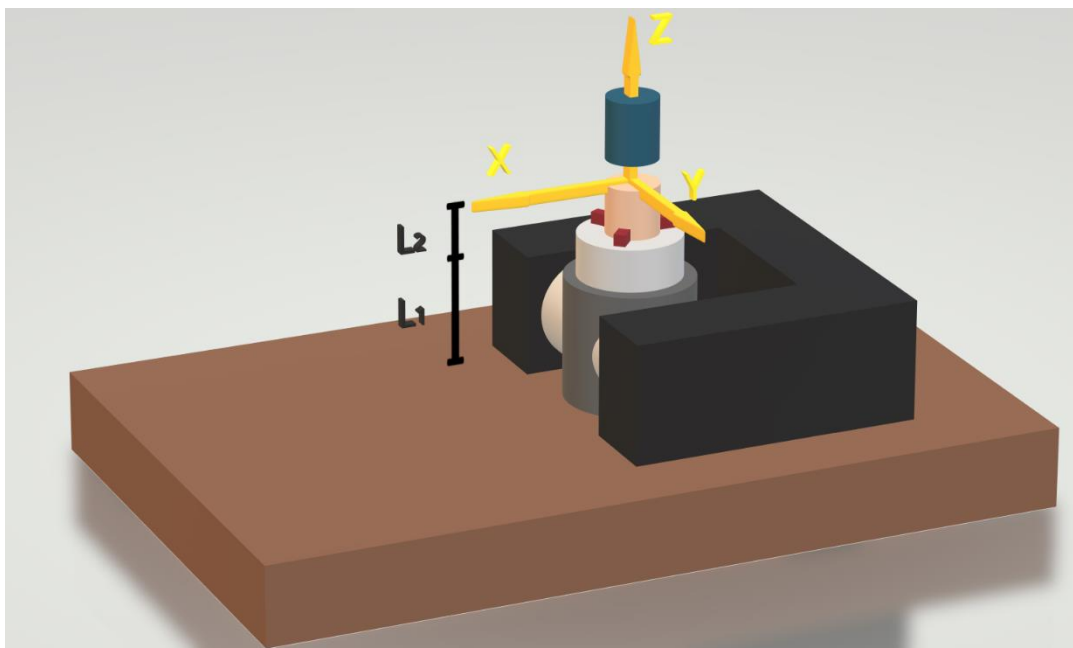


Figura 5.4. Representación del entorno de trabajo

Fuente: elaboración propia

En definitiva, los pasos a seguir para llevar a cabo todo el desbaste serán los siguientes:

1. Inclinar la pieza 15° en **B**
2. Cambiar el centro de coordenadas al que corresponda a este giro
3. Lanzar el programa del desbaste de la cara superior
4. Volver a poner el cilindro recto (**B** a 0°)
5. Rotar la pieza sobre el eje **C** $150'04^\circ$ (esta operación se desarrollará en el apartado correspondiente al primer programa)
6. Volver a poner el origen de coordenadas inicial
7. Volcar la pieza 90° en **B** para pasar a los mecanizados de las partes cóncavas y convexas
8. Introducir el centro nuevo para los dos programas siguientes
9. Ejecutar el programa que mecaniza la parte cóncava
10. Voltear la pieza 180° en **C**
11. Mecanizar el último programa para hacer la parte convexa

Más adelante, explicaremos cada uno de los tres programas en los que se podían dividir estos pasos.

Por otro lado, como realizaremos todos los programas en SolidWorks, es conveniente que explique brevemente la metodología común seguida para obtener los códigos G de cada uno de los programas, aunque en la explicación de cada uno de ellos por separado se hará hincapié en elementos diferenciadores. Los pasos para obtener el código son los siguientes:

- I. Definir la máquina: debido al tipo de licencia con la que no se puede programar en 5 ejes, se ha escogido una máquina común de 3 ejes seleccionando un postprocesador Fagor 8070, siendo este el más similar al Fagor 8065 instalado en la máquina del taller.
- II. Definir el tocho: esto es seleccionar un tocho que sea igual a la pieza desde la que se partirá en la realidad.
- III. Definir el sistema de coordenadas: se deberá seleccionar un origen de coordenadas para poder referenciar todos los movimientos de la fresa. Para ello será necesario orientar los ejes de este sistema en función de una serie de planos.
- IV. Extraer los rasgos mecanizables: esto consistirá en orientar la fresa en dirección de uno de los ejes de coordenadas (en nuestro caso Z) para que se puedan seleccionar las partes del sólido que se pueden llegar a mecanizar en esta posición.
- V. Generar el plan de operaciones: esto definirá una serie de operaciones a realizar para llegar a la pieza partiendo desde el tocho. Este paso se puede hacer de manera automática, dejando que SolidWorks defina estas operaciones, o se pueden introducir

manualmente. Estas operaciones podrán ser modificadas para cambiar distintos tipos de parámetros que le afectan como puede ser la herramienta usada, las condiciones de corte, y otra serie de parámetros que son propios de cada operación.

- VI. Generar el camino de la herramienta: después de definir las operaciones, se genera el camino de herramienta. Este camino de herramienta se puede visualizar sobre la pieza, además, se puede realizar una simulación que muestra el arranque de material del tocho hasta que se llega a la pieza deseada.
- VII. Postprocesar: finalmente, se procede a postprocesar, esta operación es automática y convierte las trayectorias de la herramienta en código G que se puede exportar como un fichero .txt o .cnc.

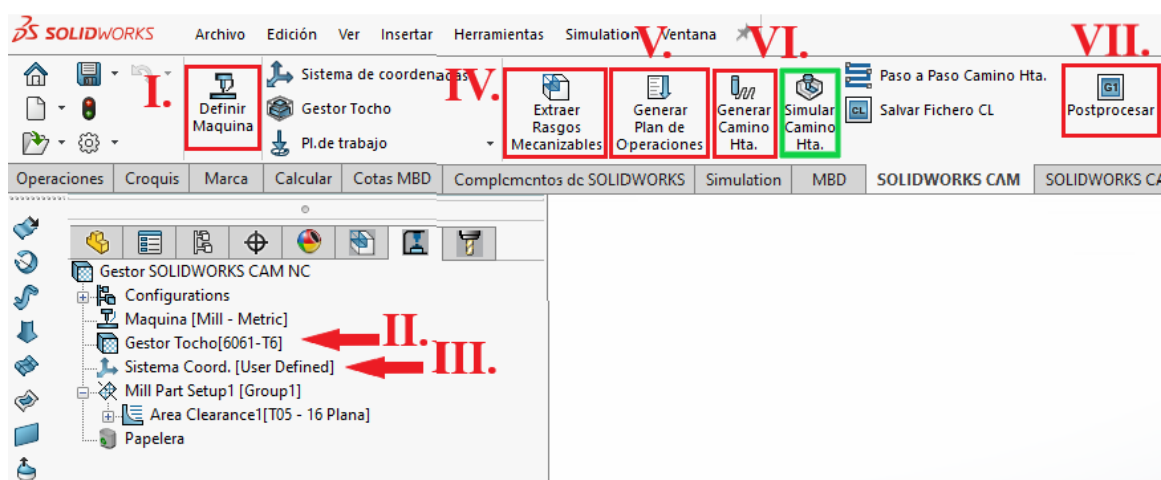


Figura 5. 5. Panel de control de SolidWorks CAM con los pasos a seguir

Fuente: elaboración propia

Con la metodología a seguir para realizar los desbastes explicada, pasaremos a detallar cada uno de los tres programas.

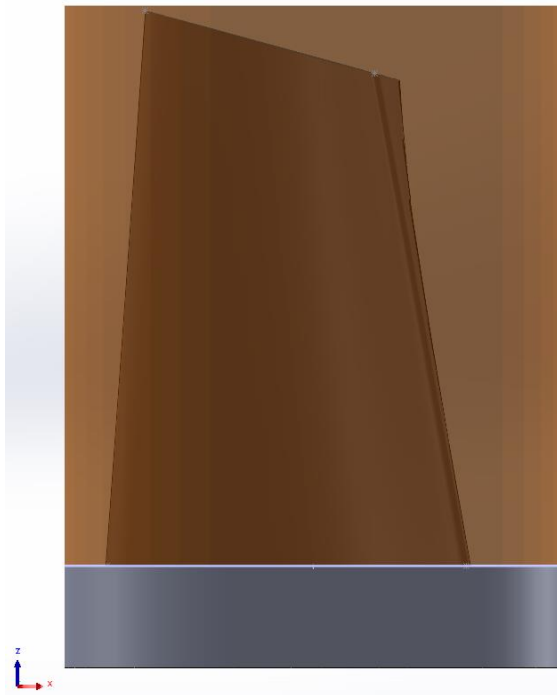
5.2.1. Mecanizado de la sección superior

El mecanizado de la parte superior consiste en realizar los cinco primeros pasos (1, 2, 3, 4 y 5) descritos anteriormente. Para ello, colocaremos la pieza en el plato y calibraremos la máquina como se explicó en el segundo capítulo.

Con la calibración pondremos el origen de coordenadas donde ya habíamos comentado, en el eje del cilindro a la altura de la separación acero-aluminio.

No obstante, antes de explicar el procedimiento en el taller, repasaremos lo realizado en SolidWorks.

5.2.1.1. Programación en SolidWorks CAM



Para realizar el programa desde este programa iremos siguiendo los pasos I-VII descritos anteriormente.

En primer lugar, se seleccionará el tocho, que en este caso es un cilindro extruido con las mismas dimensiones del real.

Este es fácil de obtener extruyendo la circunferencia del croquis de la base.

Figura 5. 6. Imagen del tocho a mecanizar (naranja) con la silueta del álabe en SolidWorks

Fuente: elaboración propia

Con esto realizado, estableceremos el origen de coordenadas, teniendo en cuenta que, como se programa en 3 ejes, deberemos orientar la pieza tal y como deberá estar en el taller (volcada 15°).

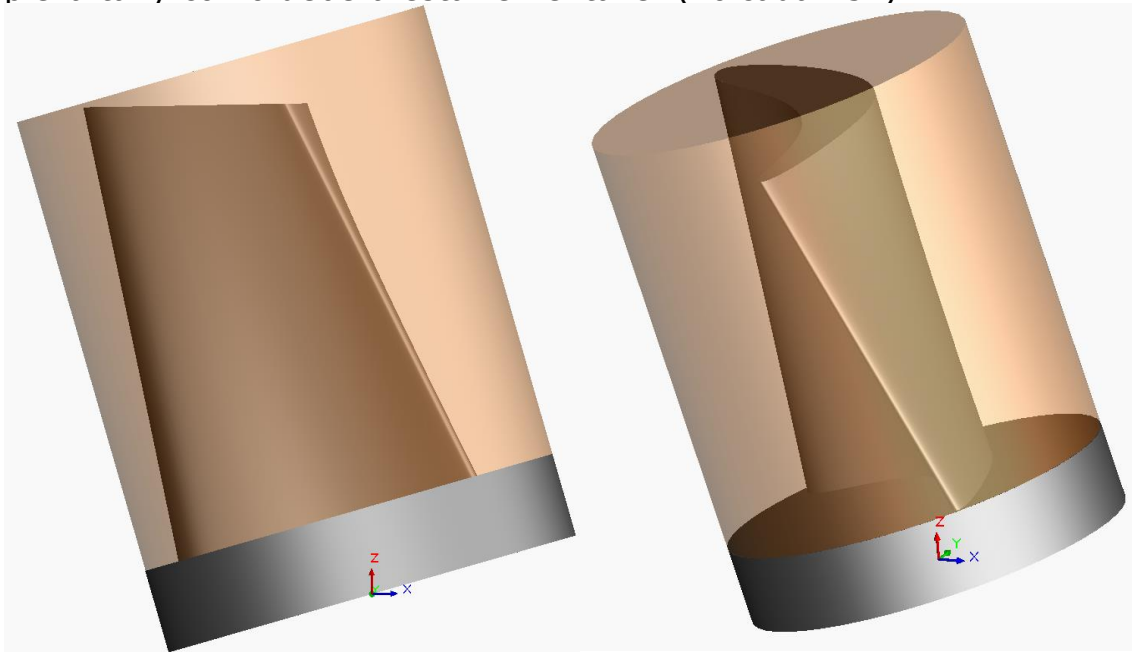


Figura 5. 7. Vista frontal e isométrica del tocho inclinado y de los ejes de coordenadas

Fuente: elaboración propia

Para establecer los ejes de coordenadas de la figura, se necesitará utilizar planos de referencia para poder establecer los ejes como normales a estos.

En la imagen anterior se puede apreciar como las direcciones positivas (flecha) de los ejes de coordenadas **XY** tienen sentidos opuestos a los indicados anteriormente que tiene la máquina. Esto se debe a que, en SolidWorks CAM, el movimiento en el plano **XY** lo realiza la herramienta (al igual que en la dirección **Z**), mientras que en la fresadora del taller el movimiento en **XY** lo tiene el plato donde se apoya la pieza.

Si pusiéramos los mismos sentidos en los ejes nos daría un código G con las coordenadas en **X** e **Y** contrarias, por lo que estableciéndolos de este modo solucionaremos ese problema.

El siguiente paso sería extraer los rasgos mecanizables. Al hacerlo estableceremos que la herramienta mecanizará en la dirección del eje **Z** hasta llegar a la sección del álabe realizando un planeado.

En siguiente lugar, generaremos el plan de operaciones. Debido a la sencillez de este primer mecanizado, seleccionaremos una operación predeterminada de desbaste de área (operación en 2'5 ejes).

En esta operación seleccionaremos las condiciones de corte indicadas al inicio del capítulo y otros parámetros destacables que mostraremos en la figura siguiente.

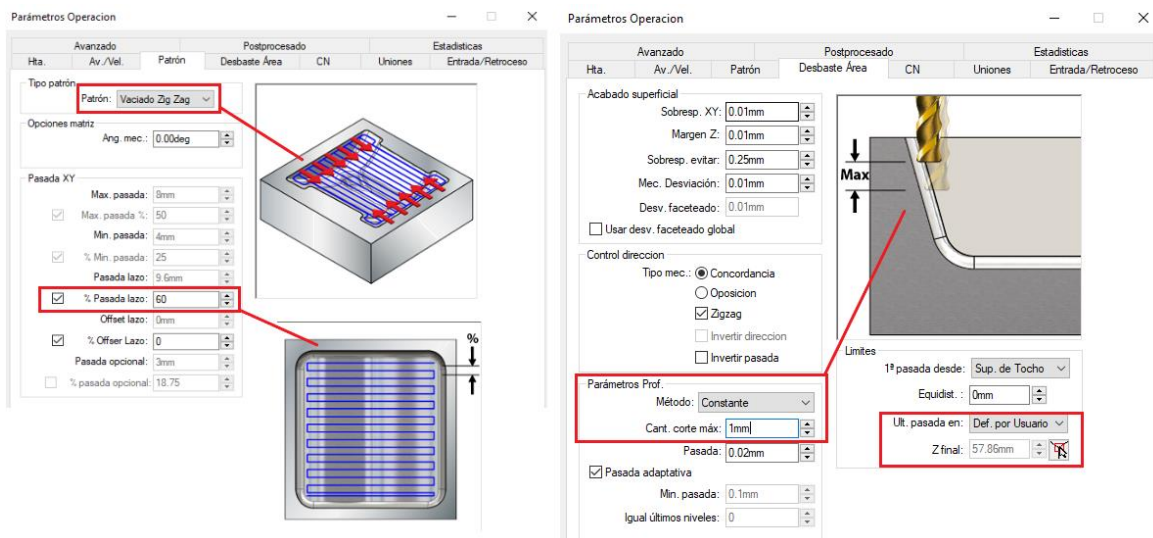


Figura 5. 8. Parámetros primera operación de desbaste

Fuente: elaboración propia

Estos parámetros destacados son el tipo de patrón de desbaste, que es en Zigzag, el porcentaje de anchura de la fresa que mecaniza que es de un 60% (9'6 mm), la profundidad de las pasadas constante de 1 mm y la última pasada que se da en un plano definido manualmente que coincide con la parte superior del álabe.

En penúltimo lugar, se generará el camino de herramienta. Se puede ver el camino de la herramienta a modo de comprobación rudimentaria para comprobar si hay alguna que se aleja del plano de trabajo. También se puede visualizar el desbaste mediante una simulación.

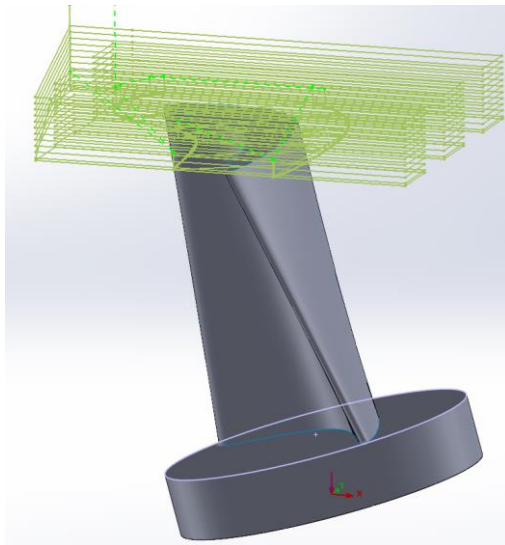
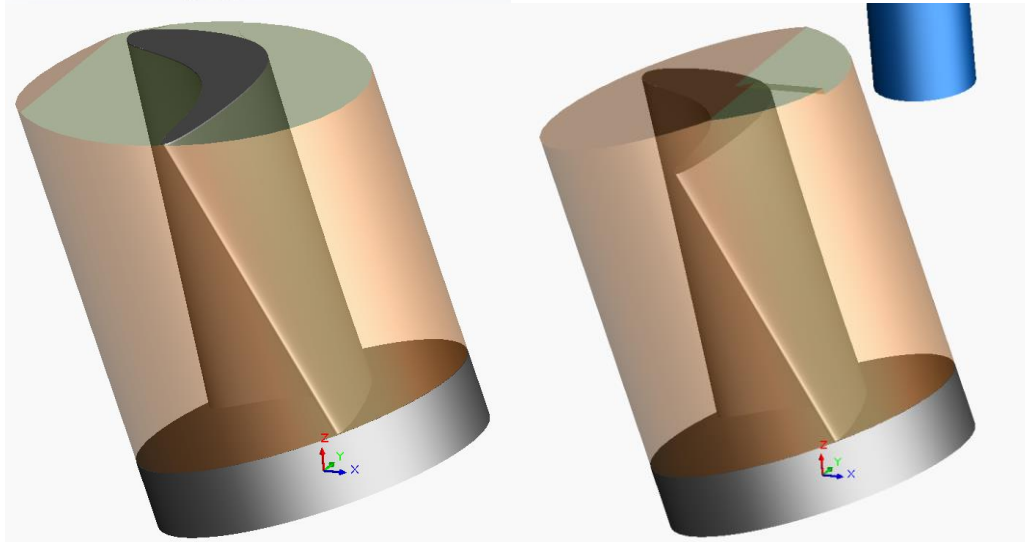


Figura 5. 9. Arriba la visualización de las trayectorias de la punta de la fresa, debajo el tocho desbastado según el programa y el tocho en medio de la operación con la fresa mecanizando (azul)

Fuente: elaboración propia



Finalmente, se realizará el postprocesado, que como ya hemos indicado, nos generará el código G de manera automática. Este código G deberá ser revisado pues pueden aparecer comandos de operaciones no deseadas o movimientos incorrectos.

En nuestro caso, se tuvo que eliminar los comandos M07 y M09 que abren y cierran el paso de refrigerante, el cual no íbamos a usar. Así como un movimiento al finalizar el mecanizado que movía la herramienta en G00 a Z0, lo que habría ocasionado un choque con la pieza a alta velocidad.

5.2.1.2. Fresado en el laboratorio

Con el programa realizado, pasaremos al laboratorio para realizar el mecanizado en la fresadora.

Para ello, como ya hemos dicho antes, montaremos el tocho en el plato y calibraremos la máquina para establecer el origen de coordenadas. El primer paso antes de mecanizar era girar la pieza 15° en B , para colocar de esta manera la fresa plana ortogonalmente a la sección superior del álabe.

Cuando se realice ese giro la pieza se desplazará, pero no con ella el origen de coordenadas, por lo que habrá que trasladarlo. En la siguiente imagen se puede apreciar el movimiento a realizar:

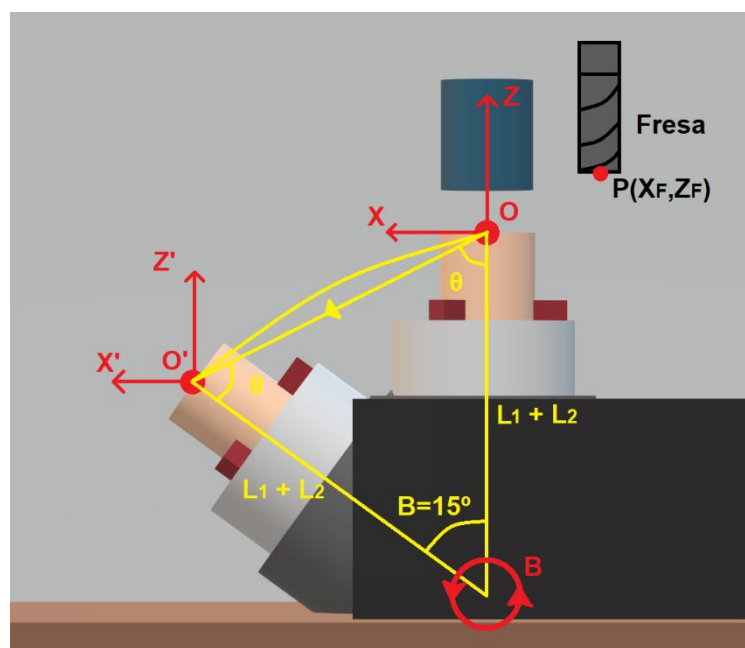


Figura 5. 10. Traslación del centro I

Fuente: elaboración propia

Pasaremos del centro O al O' aplicando una simple relación trigonométrica por la sencillez del movimiento. Para ello buscaremos las coordenadas X y Z de O' en referencia a O . El eje Y se mantiene igual ya que la rotación B se encuentra sobre él. Mediante las siguientes relaciones obtenemos las coordenadas:

$$\text{Coordenada } O'_X = (L_1 + L_2) \cdot \sin(15) \quad (5.3)$$

$$\text{Coordenada } O'_Z = -(L_1 + L_2) + (L_1 + L_2) \cdot \cos(15) \quad (5.4)$$

Teniendo en cuenta que L_1 y L_2 son valores conocidos representados en la figura 5.4. Por un lado, L_1 es la altura del tocho de acero (52 mm) y L_2 que es la altura desde el eje de giro de B hasta el plato (147'5965 mm) las coordenadas de O' con respecto a O resolviendo las ecuaciones (5.3) y (5.4) son:

$$O' = (O'_X, O'_Z) = (51.6594, -6.8011) = (51.659, -6.801) \text{ mm}$$

Realizándose la última simplificación porque la escala de la fresadora mide hasta la micra.

Con esto realizado, solo quedaría modificar el origen de coordenadas de la máquina teniendo en cuenta que el movimiento de **X** lo realiza el plato y no la fresa. Esta operación es sencilla de realizar, solo consistiría en acudir al menú de preselect de la fresadora y modificar la posición actual P de la fresa por la nueva teniendo en cuenta el nuevo centro:

$$P' = (X_F + |O'_X|, Z_F + |O'_Z|) \quad (5.5)$$

Ahora lo único que quedaría sería ejecutar el código en la máquina y realizar el mecanizado. Aunque se haya revisado el código G en busca de incongruencias, sería conveniente realizar una prueba del código “en vacío”, esto es seleccionando una cota **Z** muy superior y comprobar que no existe ningún movimiento extraño.

En las siguientes imágenes se pueden ver unas fotografías del proceso:



Figura 5. 11. Primera operación de desbaste

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar, se ha podido reproducir fielmente el programa de desbaste simulado en SolidWorks pues estas imágenes se pueden corresponder de manera inequívoca con las representadas en la figura 5.9.

Finalizaríamos esta parte del desbaste volviendo a poner el tocho en posición vertical (**B** 0°) y el origen de coordenadas inicial.

5.2.2. Mecanizado parte cóncava

Ahora pasaremos a realizar la operación de desbaste de la parte cóncava del álabe, que corresponde con los pasos del 6 al 9 de los descritos al inicio del apartado. Al igual que con la parte superior, primero comentaremos las variaciones de la programación en SolidWorks y luego explicaremos el procedimiento real.

5.2.2.1. Programación en SolidWorks CAM

La primera consideración que deberemos hacernos será la de cómo dividir el álabe en dos mitades para obtener una parte cóncava y otra convexa. Esta división deberá realizarse con un plano que corte longitudinalmente la pieza.

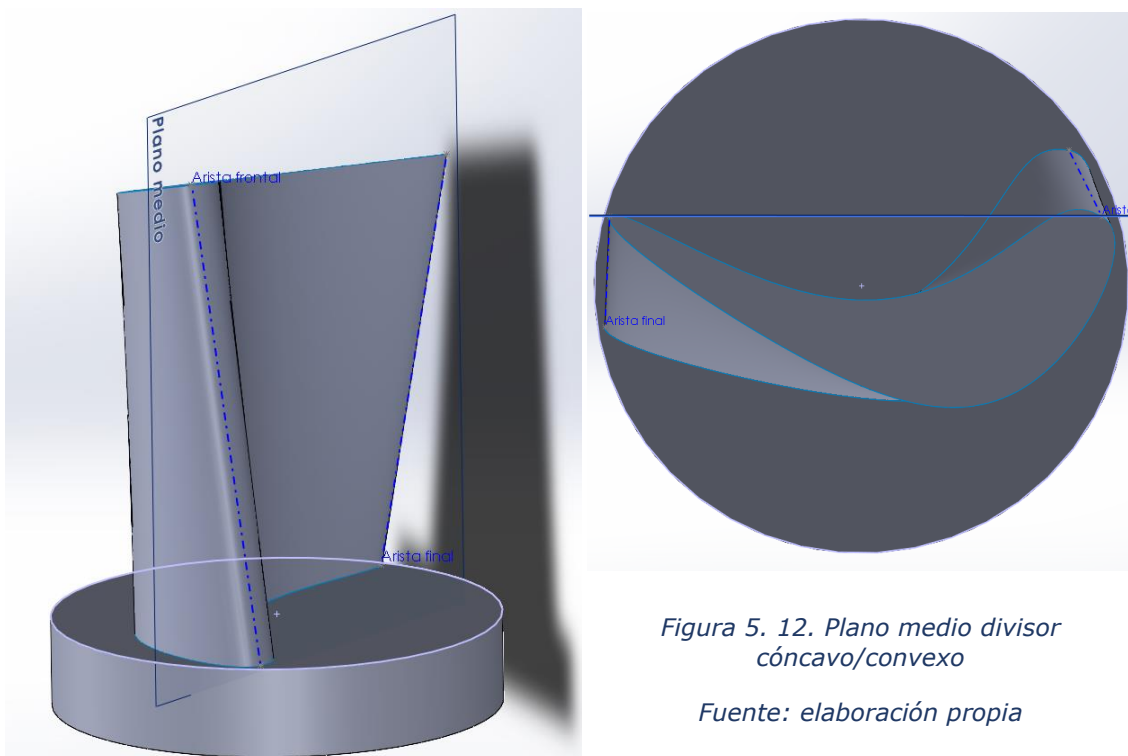
Este plano, no obstante, deberá estar perfectamente definido para que se pueda conocer su orientación a la hora de mecanizar la pieza. Debido a las dos orientaciones que se buscan mecanizar (recordamos la figura 5.3, flechas naranja y amarilla) la primera propiedad de este plano será que debe ser perpendicular a la base del álabe y el tocho.

Pero para esta única condición existen infinitos planos, por lo que se deberá busca alguna otra que lo fije. Estas van a ser que el plano pase por dos puntos de la sección superior del álabe.

Si nos fijamos en el diseño del perfil del álabe (figuras 3.4 o 3.5), veremos que claramente dos puntos perfectamente definidos de cada sección del álabe son el punto inicial y final de la línea de curvatura, que es dónde se unen las B-splines superior e inferior que le dan forma al álabe.

Por este motivo, se han escogido los puntos inicial y final de la línea de curvatura de la sección superior como los que definen el plano medio que divide el álabe. Por tanto, el plano de la siguiente imagen está definido por las siguientes condiciones:

- Perpendicular a la base del álabe
- Coincidente con el punto inicial de la línea de curvatura superior
- Coincidente con el punto final de la línea de curvatura superior



*Figura 5. 12. Plano medio divisor
cóncavo/convexo*

Fuente: elaboración propia

Con este plano definido ya podemos realizar los VII pasos descritos anteriormente.

Por un lado, la máquina no ha variado por lo que se aplicarán los mismos parámetros. Por otro lado, el tocho sí que habrá que modificarlo ya que no deberemos tener en cuenta la parte ya mecanizada en la primera operación. Para solucionar esto crearemos un tocho cilíndrico con estas propiedades, es decir, el mismo cilindro al que le aplicaremos un corte en la altura definida con los 15° del giro.



Figura 5. 13. Tocho desbaste parte cóncava y convexa

Fuente: elaboración propia

Al igual que se realizó para el mecanizado de la parte superior, estableceremos un origen de coordenadas con la pieza ya situada en posición de mecanizar, es decir volcada 90° en el eje de giro **B**.

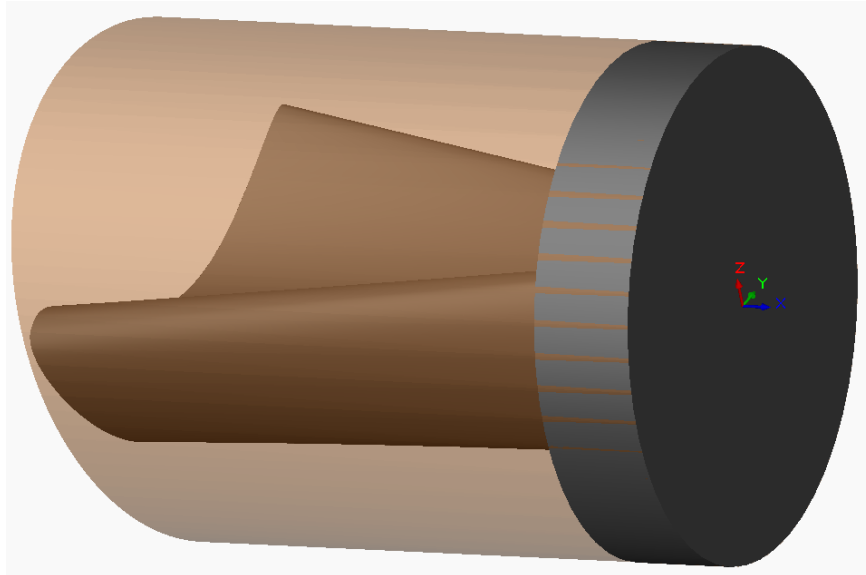


Figura 5. 14. Origen de coordenadas parte cóncava

Fuente: elaboración propia

Continuaremos extrayendo los rasgos mecanizables del mismo modo que lo realizado anteriormente, con la particularidad de que será necesario establecer la base del aluminio en donde se sitúa la rosca del tornillo de sujeción intacta. Para ello simplemente estableceremos esta

superficie como superficie a evitar. También tomaremos como eje de la fresa el **Z**.

En siguiente lugar, se generaba el plan de operaciones, el cual debido a la geometría del material a desbastar será conveniente detallar en más profundidad. En el caso de la parte superior debido a que tenía que mecanizar hasta una superficie plana bastó con aplicar una operación de desbaste de área.

No obstante, como en este mecanizado se llega hasta una superficie curva, aplicar escalones de profundidad constante nos daría una superficie muy “escalonada” a menos que se opte por emplear saltos muy pequeños, lo que elevaría enormemente los tiempos de mecanizado.

Por este motivo se decidió a combinar dos operaciones distintas de SolidWorks. Una primera operación de desbaste de área (igual a la del desbaste de la parte superior) para eliminar la mayor parte de material y aproximar el tocho a su forma final, aunque de manera muy basta. Y una segunda operación de mecanizado en 3 ejes llamada de “nivel Z” que solo mecaniza las partes donde exista material, y no la totalidad del plano para cada cota de **Z**.

Las condiciones y parámetros de la operación de desbaste de área son las mismas que para la operación análoga del paso anterior. En cuanto a las condiciones de la operación de nivel Z son las siguientes:

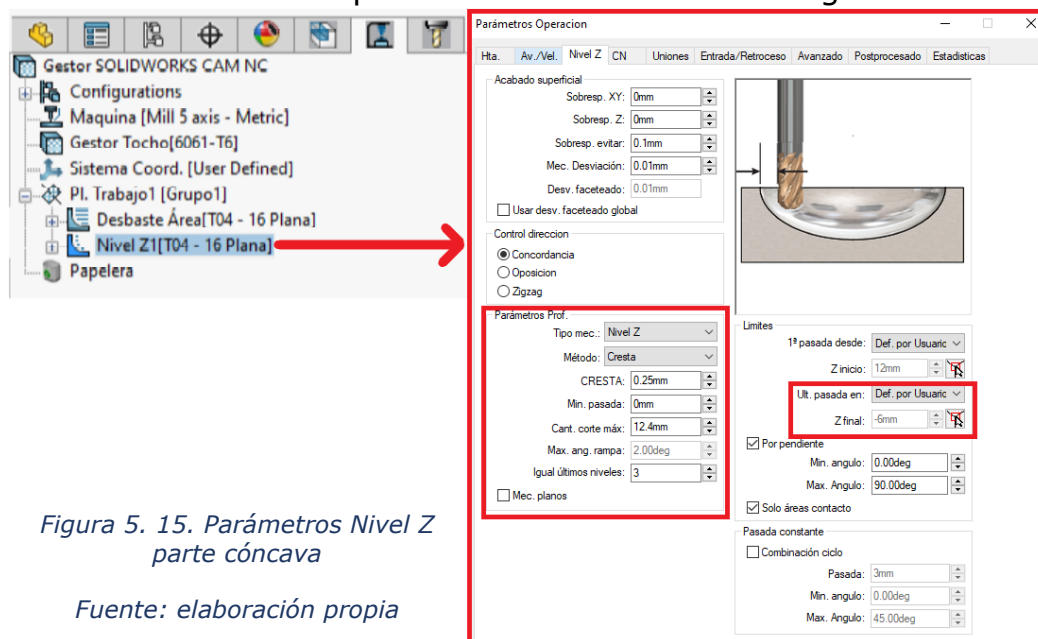


Figura 5. 15. Parámetros Nivel Z
parte cóncava

Fuente: elaboración propia

Los parámetros destacables de esta operación serán el de la cresta de escalones que creará la herramienta al hacer pasadas y que serán mucho más pequeños que los de la operación anterior. Por otro lado, al igual que en la operación del primer desbaste, se deberá señalar una cota Z como la mínima a la que llega el mecanizado, que será igual a la de la operación de desbaste de área.

Una vez realizado esto, se generarán las trayectorias de la herramienta para cada operación, y podremos visualizar este desbaste en el simulador.

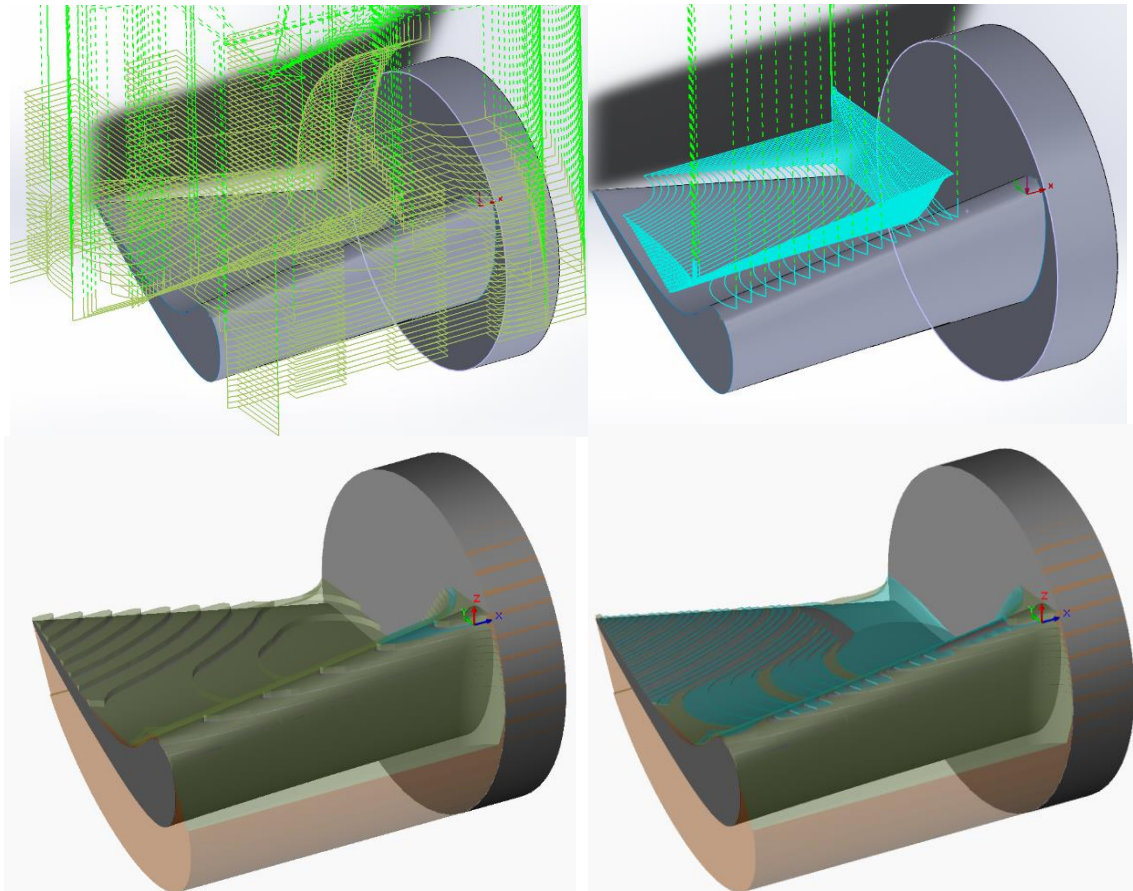


Figura 5. 16. Trayectorias y desbaste parte cóncava. De izquierda a derecha y arriba a abajo: trayectorias operación de desbaste de área, trayectorias operación nivel Z, desbaste tras la primera operación y desbaste tras ambas operaciones

Fuente: elaboración propia

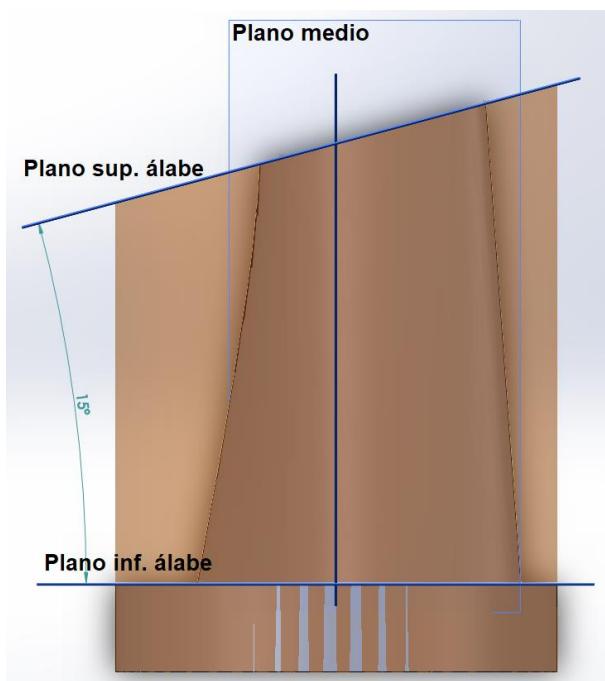
Finalmente, se postprocesa el programa y se genera el código G de esta parte del mecanizado.

5.2.2.2. Fresado en el laboratorio

Con el álabe en posición vertical tal como habíamos finalizado la sección anterior, deberemos rotar el álabe sobre el eje del cilindro para colocarlo de manera que, al volcarlo, el plano central que habíamos definido anteriormente quedará paralelo al suelo.

Para ello, será necesario comprobar si este plano central es paralelo al eje de rotación que da la inclinación de 15° entre la sección superior e inferior del álabe. A priori se puede deducir que esto no va a ser así, pues si recordamos el capítulo de diseño del álabe, la sección superior, una vez puesta en el plano inclinado superior, era rotada sobre sí misma.

Para ilustrar esta situación recurriremos a la construcción de planos de referencia en SolidWorks.



En esta primera vista ortogonal a los planos superior e inferior del álabe, se puede ver un plano central construido de manera que sea perpendicular al plano inferior y que sea paralelo al eje que uniría éste con el superior.

Se puede apreciar la inclinación de 15° entre secciones y también como el plano medio que divide entre parte cóncava y convexa no es perpendicular a la imagen (forma ángulo).

Figura 5. 17. Vista del ángulo entre planos I

Fuente: elaboración propia

Si giramos la vista podremos ver una perspectiva de la situación (figura 5.18 izquierda), así como obtener el ángulo que hay entre estos dos planos mediante una cota. Esta cota la representaremos en la vista de planta (figura 5.18 derecha).

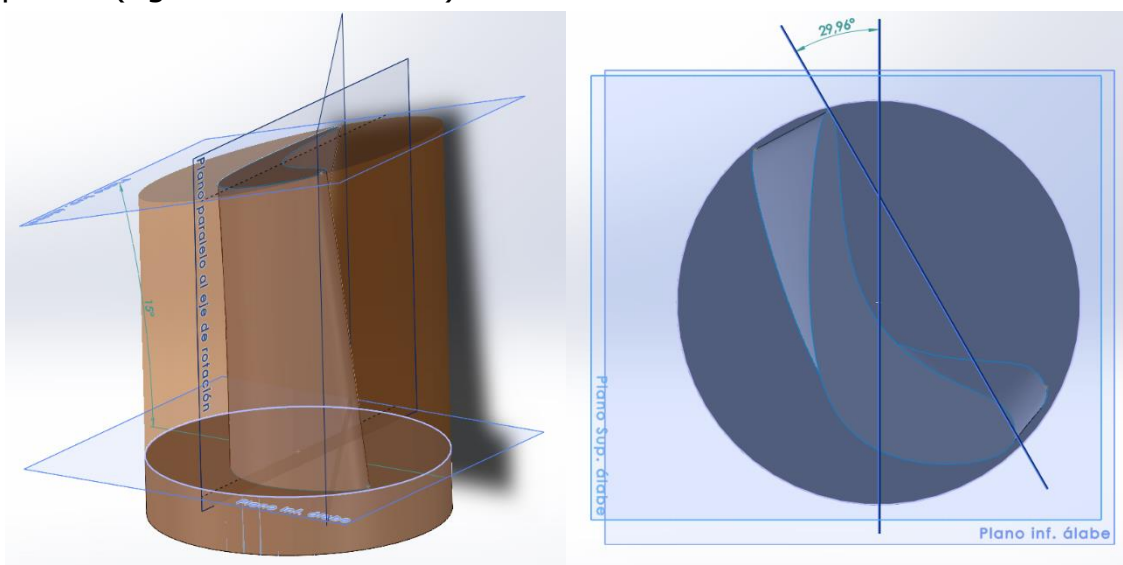


Figura 5. 18. Vistas del ángulo entre planos II

Fuente: elaboración propia

Como vemos, existe un ángulo de 29.96° grados entre los dos planos. Teniendo en cuenta que, con la operación de desbaste del plano superior, la pieza quedó situada en la posición en la que el eje **X** es perpendicular al plano central y con la cara inclinada a la derecha, será fácil obtener el giro en **C** para orientar la pieza para el desbaste de la parte cóncava.

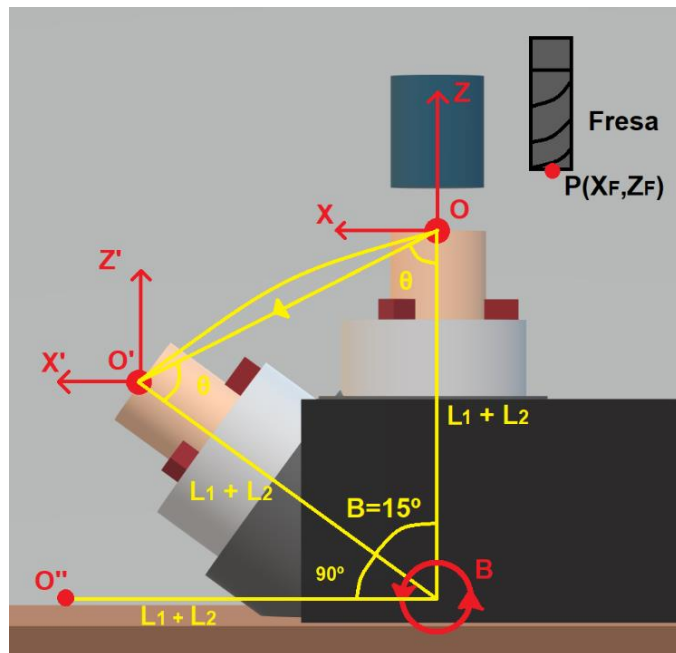
Teniendo en cuenta el sentido positivo del eje **C** que gira en torno a **Z**, y que la máquina está en $C=0^\circ$, deberemos mover la pieza en **C** $150'04^\circ$ ($180^\circ-29'96^\circ$) o $-29'96^\circ$.

Una vez realizado esto, deberemos volcar la pieza 90° en **B** para dejarla orientada como ya habíamos indicado en el apartado de SolidWorks. Por último, antes de lanzar el programa, se deberá modificar el origen de coordenadas tal como hicimos en el primer caso.

En este caso, la traslación del centro es todavía más sencilla que el caso anterior, ya que el giro es de 90° solo deberemos trasladar el centro de **X** y **Z** en la distancia L_1+L_2 . Actuando del mismo modo, teniendo la herramienta en una posición fija, después de hacer **B** 90° , mediante preselect simplemente realizaremos la operación análoga variando la ecuación (5.5):

Figura 5. 19. Traslación del centro II

Fuente: elaboración propia



$$P'' = (X_F + (L_1 + L_2), Z_F + (L_1 + L_2)) \quad (5.6)$$

Por otro lado, debido a la posición tan volada de la pieza, se producían elevadas vibraciones, por lo que se le colocó una calza para intentar paliarlas.

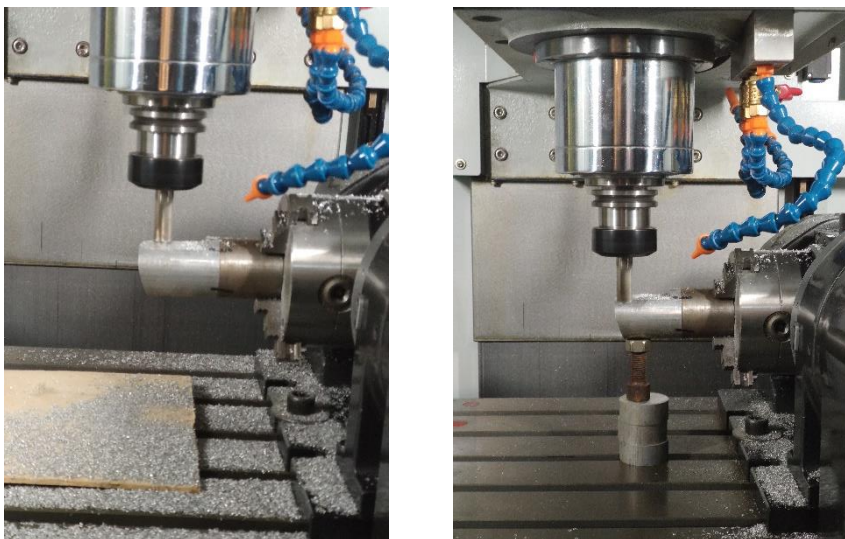


Figura 5. 20. Soporte para el mecanizado

Fuente: elaboración propia

Por último en este mecanizado, en la siguiente figura se muestran los resultados.

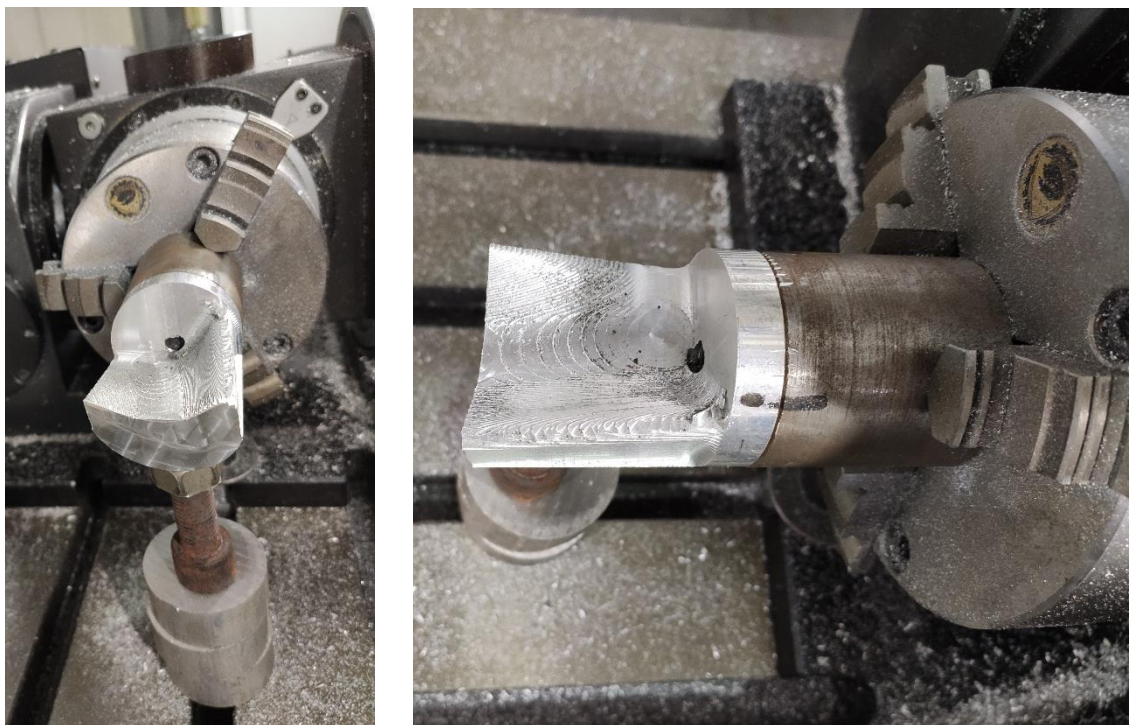


Figura 5. 21. Resultados mecanizado parte cóncava

Fuente: elaboración propia

5.2.3. Mecanizado parte convexa

Llegamos ya al mecanizado de la parte convexa del álabe, la última de las tres en la que hemos dividido el desbaste. En esta parte únicamente se llevarán a cabo los dos últimos pasos del desbaste (10 y 11).

5.2.3.1. Programación en SolidWorks CAM

La programación en SolidWorks para obtener el código de desbaste de esta operación es totalmente análoga a la realizada para el desbaste de la parte cóncava.

La máquina vuelve a ser la misma, el tocho también, ya que se mecaniza por la otra cara, y lo único que cambia es el sistema de coordenadas. Este está situado en las mismas coordenadas que para el caso anterior, solo que habrá que tener en cuenta que debido a que rotamos la pieza 180° en **C** (sobre el eje del cilindro), deberemos cambiar los sentidos de los ejes.

En cuanto a la extracción de los rasgos mecanizables y definir los rasgos mecanizables actuaremos igual, utilizando los mismos parámetros para cada una de las dos operaciones empleadas (desbaste de área y nivel Z). Para finalizar, se generará el camino de la herramienta y se postprocesará para obtener el código G.

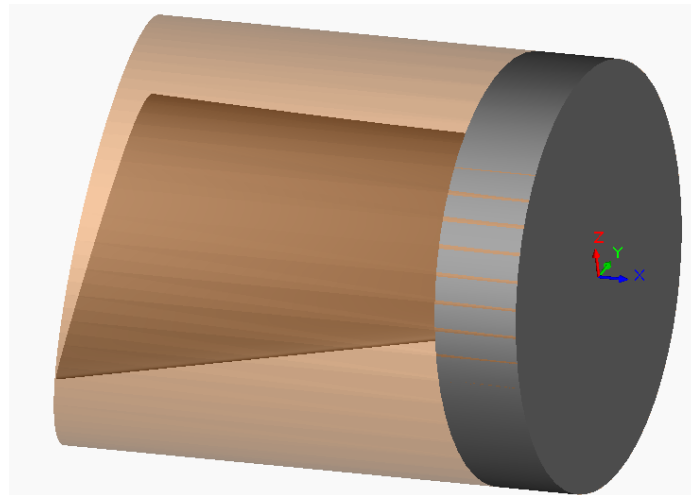


Figura 5. 22. Orientación mecanizado parte convexa

Fuente: elaboración propia

5.2.3.2. Fresado en el laboratorio

Con el programa obtenido, solo nos quedaría preparar la pieza para esta operación, en este caso, debido a que el centro ya está posicionado en su sitio por la operación anterior, no lo modificaremos.

El único paso previo a lanzar el mecanizado es el de girar la pieza 180° en **C** para darle la vuelta y que mecanice la cara en cuestión. Una vez realizado, sí que podremos ejecutar el código. Los resultados han sido igualmente satisfactorios que en los casos anteriores.



Figura 5. 23. Mecanizado de la parte convexa

Fuente: elaboración propia



En la imagen anterior podemos ver una instantánea a mitad del mecanizado en la que ya se puede intuir la forma final del álabe. También se ha usado el soporte del desbaste anterior para dar más estabilidad a la pieza.

Por otro lado, cabe mencionar que para las tres fases del mecanizado se ha empleado refrigeración por aire comprimido pues sin éste el aluminio se embozaba por el calor.

5.3. Resultados y mejoras

5.3.1. Análisis de los resultados

Como ya hemos ido indicando a la hora de explicar cada uno de los tres programas de desbaste, se han obtenido unos resultados bastante satisfactorios. No solo a la hora de obtener los programas mediante SolidWorks, sino que éste, además, reproduce fielmente en la realidad lo que simula. Esto se han logrado siguiendo una metodología (I-VII) fácilmente reproducible que podría ser aplicada para mecanizar cualquier tipo de pieza

Esta metodología se ha basado principalmente en orientar la pieza a mecanizar dentro de SolidWorks de la manera en la que se piense sujetar a la mesa de trabajo, estableciendo los ejes de coordenadas con la ayuda de planos de referencia creados a modo de ayuda. Este método serviría para dos situaciones distintas:

- Centros de mecanizado de 3 ejes: mediante este método se puede mecanizar piezas con geometrías complejas que requerirían la orientación de la herramienta en diferentes planos, imposible de lograr en este tipo de fresadoras. Solo sería necesario poder referenciar la pieza entre los distintos mecanizados y agarres.
- Para mecanizar piezas complejas sin licencias de programas de mecanizado en 5 ejes. Esta metodología es perfecta para hacer este tipo de piezas complejas mediante software básico de fresado en 3 ejes.

En el siguiente enlace se encuentra un vídeo donde se puede apreciar los 360º de la superficie del álabe una vez desbastada:

<https://youtu.be/LuTd3fEfLxc> (1)

Por otro lado indicar que, si bien el acabado superficial no es perfecto, esto es porque en el siguiente capítulo se tratará el acabado superficial mediante fresa esférica. No obstante, se podrían obtener resultados mucho mejores modificando los parámetros de operación o si la geometría de la pieza no fuera curva.

5.3.2. Posibles mejoras

Aunque el método empleado ha arrojado resultados satisfactorios, eso no significa que no pueda ser mejorado o que no se deban analizar sus limitaciones.

La principal mejora posible para este caso sería la unión de los tres programas en uno solo. Debido a que cada programa se debió probar al aire en primer lugar para asegurarnos de que no existía ningún tipo de error, esta parte no se realizó. Sin embargo, teniendo en cuenta que este tipo de piezas suelen realizarse en lotes grandes, y que una vez probado el programa no debería haber fallos de mecanizado, lo lógico sería juntar estos programas.

Juntando estos programas no solo se evitaría los tiempos perdidos entre mecanizados al cambiar los ejes o realizar los movimientos manuales para reorientar la pieza, sino que se eliminarían las interacciones humanas intermedias. Con esto no solo dejaría de ser necesario que un operario esté pendiente de cuándo termina cada programa, sino que se eliminan los posibles errores humanos derivados de estas operaciones (ej.: error al introducir un valor).

Es posible hacer un diagrama en el que se recogiera un código escrito de manera esquemática para representar el programa final sin interrupciones. No obstante, antes comentaremos las principales características de los códigos que lo forman:

- Parte superior
 - 1 operación cambio de origen de coordenadas
 - 2 operación de colocación manual (B15° y B0°)
 - N° de líneas: 809
 - Tiempo de mecanizado: 27' 46"
- Parte cóncava
 - 1 operación cambio de origen de coordenadas
 - 2 operación de colocación manual (C150'04° y B90°)
 - N° de líneas: 7793
 - Tiempo de mecanizado: 1h 42' 30"
- Parte convexa
 - 1 operación de colocación manual (C180°)
 - N° de líneas: 8475
 - Tiempo de mecanizado: 1h 49' 5"

Teniendo en cuenta esto, podríamos esbozar el siguiente código unificado:

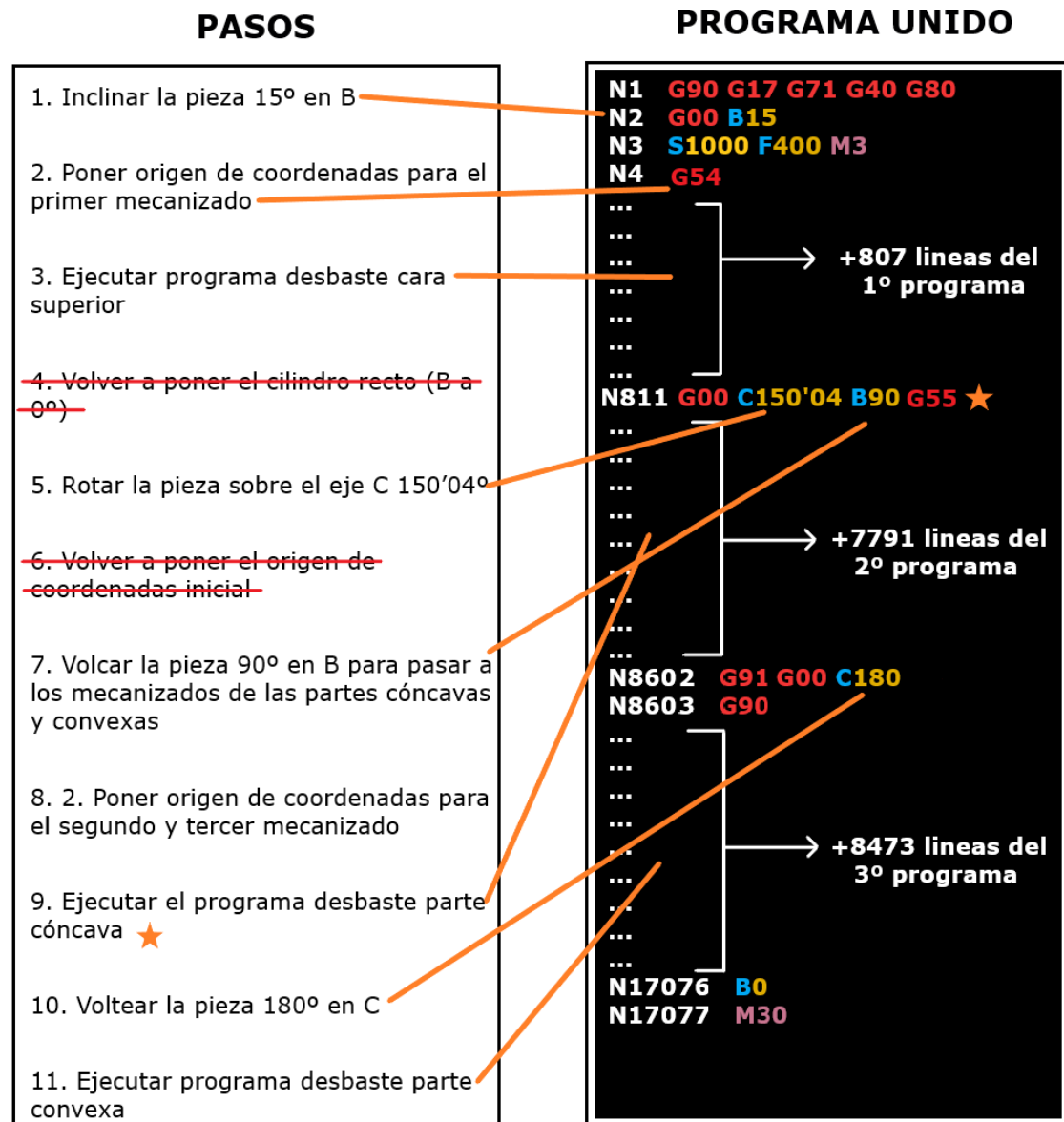


Figura 5. 24. Organización del programa unido

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar, la unión de los tres programas es bastante lógica, pues sigue los pasos de los tres mecanizados.

Como particulares podemos decir que se ha empleado los códigos G54 y G55, que son dos códigos de la serie G54-G59 que sirven para indicar un sistema de coordenadas que puede establecer el usuario. Estos dos sistemas de coordenadas 54 y 55 serán, respectivamente, el del primer mecanizado y el de los dos siguientes.

Por otro lado, se puede apreciar como se han eliminado dos de los pasos que en la automatización resultarían redundantes o innecesarios. Estos son el poner el cilindro recto entre el primer y segundo programa y el volver a poner el sistema de coordenadas inicial.

Por otro lado, se ha añadido una penúltima línea en la que se pone recta la pieza para facilitar su retirada del plato de garras.

En cuanto al tiempo de este mecanizado, primero hay que tener en cuenta que el tiempo total de los tres por separado que era de 3h 58' y 21" sin tener en cuenta los procesos intermedios entre uno y otro.

No obstante, hay que tener en cuenta que en gran parte de los dos primeros mecanizados se mecanizó con velocidades de avance inferiores a las estipuladas ya que no se había puesto el soporte para evitar vibraciones. Esto, sumado a la posibilidad de cambiar las condiciones de corte como utilizar mayores velocidades de rotación y avance, o la utilización de refrigerante (que permitiría aumentar aún más estas velocidades), podría reducir aún más los tiempos totales.

En total se estima que el mecanizado de las tres partes podría reducirse hasta las 2 horas y media.



CAPÍTULO 6

Programa de acabado

Después de haber tratado la elaboración de los programas de desbaste y evaluado su funcionamiento, en este capítulo trataremos la programación del código para dar al álabe el correcto acabado superficial

Se abordarán los conceptos matemáticos empleados en su elaboración y la aplicación de estos para obtener el código.

6.1. Metodología a seguir

La obtención del código de acabado superficial será un proceso que conllevará la aplicación de diversos tipos de operaciones matemáticas que se automatizarán mediante hojas de cálculo de Excel y mediante programas realizados con VisualBasic.

El primer paso, será la obtención de una ecuación que defina la sección del álabe. Esta se obtendrá mediante una aproximación polinomial que trataremos en su correspondiente apartado.

Posteriormente, se obtendrá una serie de puntos de esa curva de los que obtendremos las tangentes, normales y demás vectores necesarios para obtener la orientación de la herramienta. En este paso, además, aplicaremos los giros necesarios para obtener la orientación de la herramienta no solo en la base, sino también en el resto de secciones del álabe.

Posteriormente se realizará la cinemática inversa para orientar la herramienta a modo que siempre esté vertical y que sea el plato que sujeta la pieza la parte que realiza los giros en B y C. Después de esta parte, ya se obtendrán todos movimientos de la máquina para cada punto, obteniendo el programa final.

El código obtenido consistirá en una serie de puntos correspondientes a la sección del álabe en cada una de las alturas distintas por lo que se podría ejecutar mediante G1. La simplificación de este código mediante interpolaciones circulares se tratará en el siguiente capítulo.



6.2. Aproximación matemática de la sección del álabe

Para realizar todo el procedimiento de obtención de las trayectorias de la fresa y de la orientación de la pieza será necesario obtener una definición matemática del perímetro de la sección del álabe. Aunque el álabe se diseñó en SolidWorks utilizando B-splines, es interesante obtener una función que sea fácil de evaluar en cada punto para realizar todas las operaciones necesarias.

Por esta razón, se va a emplear el método de los mínimos cuadrados para realizar una interpolación polinomial de la superficie del álabe.

Para ello, primero obtendremos los puntos de la superficie del álabe X e Y en mm y posteriormente aplicaremos el método a estos puntos para obtener un polinomio de grado n que defina la curva. Debido a la forma del álabe por su construcción, se optará por dividir la curva del álabe en dos mitades, una superior y otra inferior, tal y como se construyó.

6.2.1. Obtención de los puntos de las curvas

Para la obtención de un buen polinomio aproximador, se necesitarán una cantidad elevada de puntos, esto descarta la medición de puntos individuales mediante SolidWorks por la lentitud y pesadez del método.

Por lo que será necesario emplear un método distinto para obtenerlos. El método seguido ha consistido en utilizar un mapa de bits de la imagen de la sección del álabe. El procedimiento es sencillo, pero requerirá de la obtención de un gran número de puntos para poder crear un gráfico basado en coordenadas XY que represente fielmente la forma del álabe:

1. Imagen de la curva: será necesario obtener una imagen de la sección del álabe en alta definición. Este paso es sencillamente obtener una captura de pantalla del croquis del álabe en SolidWorks.
2. Puntos en coordenadas bits: se recurre a cualquier tipo de software de tratamiento de imágenes que dé información sobre la coordenada del bits sobre la que está el puntero (Inkscape o ImageJ) para obtener una serie de puntos a lo largo de la sección. Estos m puntos se transcribirán en un documento de Excel.

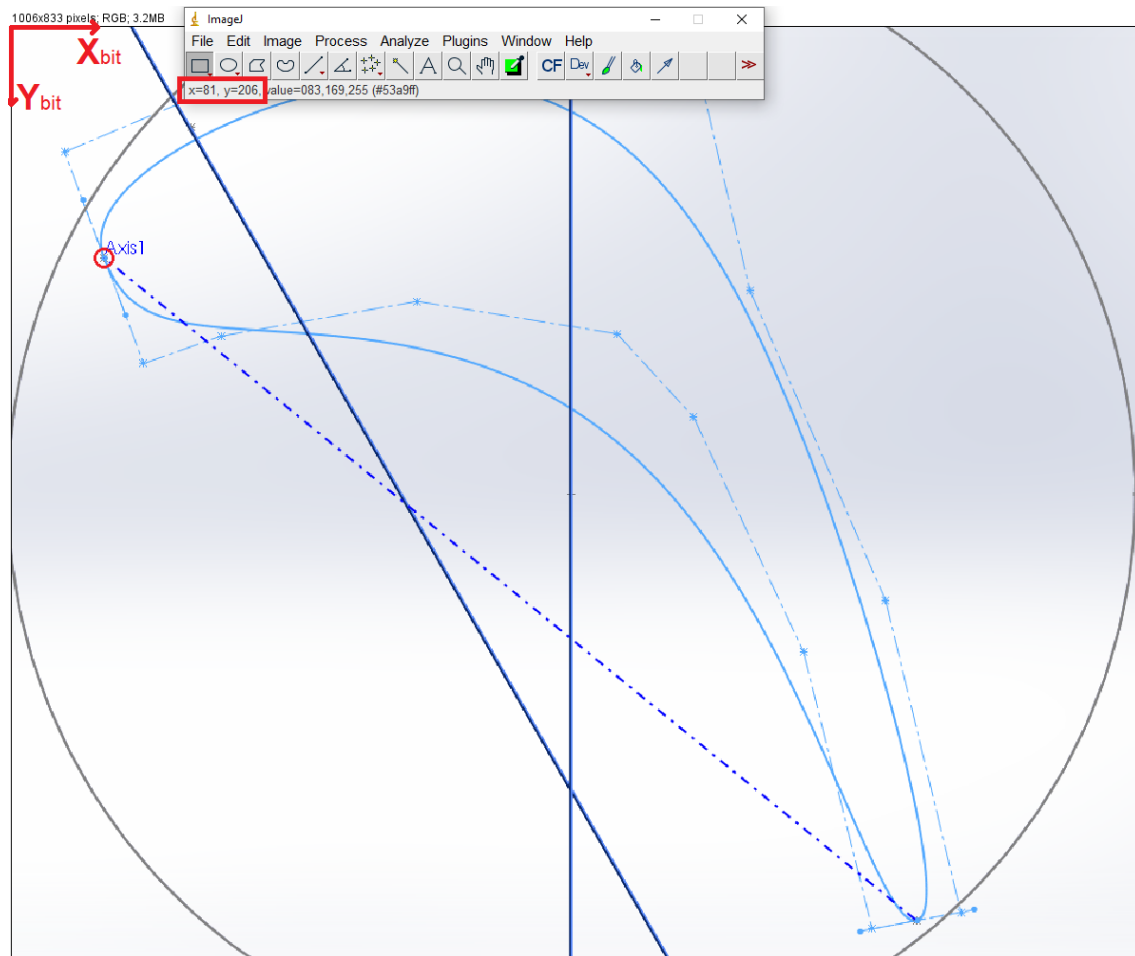


Figura 6. 1. Captura del álabe y mapa de bits

Fuente: elaboración propia

Utilizando el software ImageJ, se puede apreciar que las coordenadas de los bits se miden desde la esquina superior izquierda, dato que habrá que tener en cuenta.

3. Tomar m puntos: se toman las coordenadas de bits de una serie de m puntos a lo largo de la sección. En nuestro caso se han obtenido 167 puntos.
4. Conversión coordenadas bits a mm: el siguiente paso será pasar de las coordenadas en bits con el origen de coordenadas en la esquina superior izquierda de la imagen a coordenadas en mm con el origen en un punto seleccionado. Para ello escogeremos un punto de bits que tomaremos como el (0,0) en mm. En este caso se ha tomado el primer punto tomado, correspondiente al punto de inicial de la línea de curvatura (dónde unen las dos B-splines que forman la sección). Por tanto:

$$\text{Punto } m = 1 \rightarrow (x_{bit,1}, y_{bit,1}) = (82, 206) \rightarrow (x_{mm,1}, y_{mm,1}) = (0, 0)$$



Con esta primera referencia, deberemos obtener el resto de los puntos. Para ello necesitaremos un ratio bit/mm.

Esta relación se calculará tomando una distancia conocida en mm del diseño de la pieza y la compararemos con la distancia en bits. La medida escogida es la longitud de cuerda del álabe "L". Para el valor en bits utilizaremos la siguiente expresión:

$$r(\text{ratio}) = \frac{L \text{ (mm)}}{L \text{ (pixeles)}} \quad (6.1)$$

Y para obtener la longitud de esta cuerda en pixeles únicamente deberemos tomar el punto inicial y final y obtener la distancia entre ambos:

$$\left. \begin{matrix} (x_{L,i}, y_{L,i}) \\ (x_{L,f}, y_{L,f}) \end{matrix} \right\} L \text{ (pixeles)} = \sqrt{(x_{L,i} - x_{L,f})^2 + (y_{L,i} - y_{L,f})^2} \quad (6.2)$$

Por lo que sustituyendo los valores reales tenemos:

$$\left. \begin{matrix} (x_{L,i}, y_{L,i}) = (82, 206) \\ (x_{L,f}, y_{L,f}) = (809, 798) \end{matrix} \right\} L = \sqrt{(82 - 809)^2 + (206 - 798)^2} = 937'5463$$

Con este valor, y el real de 46'46674 mm, ya podemos sustituir en la ecuación (6.1) para obtener la relación:

$$r = \frac{46'46674}{937'5463} = 0'049562 \text{ mm/pixel}$$

Con este ratio obtenido, ya solo quedaría pasar el resto de puntos a mm, que para un punto "j" cualquiera se realizará restando a su coordenada **X** o **Y** en bits, el de la coordenada del punto 1. Con los puntos 1 y j:

$$\begin{aligned} \text{Punto 1} &- (x_{bit,1}, y_{bit,1}) = (82, 206) \rightarrow (x_{mm,1}, y_{mm,1}) = (0, 0) \\ \text{Punto j} &- (x_{bit,j}, y_{bit,j}) \rightarrow (x_{mm,j}, y_{mm,j}) \end{aligned}$$

La expresión sería para la coordenada **x_j**:

$$x_{mm,j} = (x_{bit,j} - x_{bit,1}) \cdot r \quad (6.3)$$

Y análogamente para la **y_j**:

$$y_{mm,j} = (y_{bit,j} - y_{bit,1}) \cdot r \quad (6.4)$$

Aplicando estas ecuaciones para los *m* puntos ya tendríamos las coordenadas en mm con el siguiente origen:

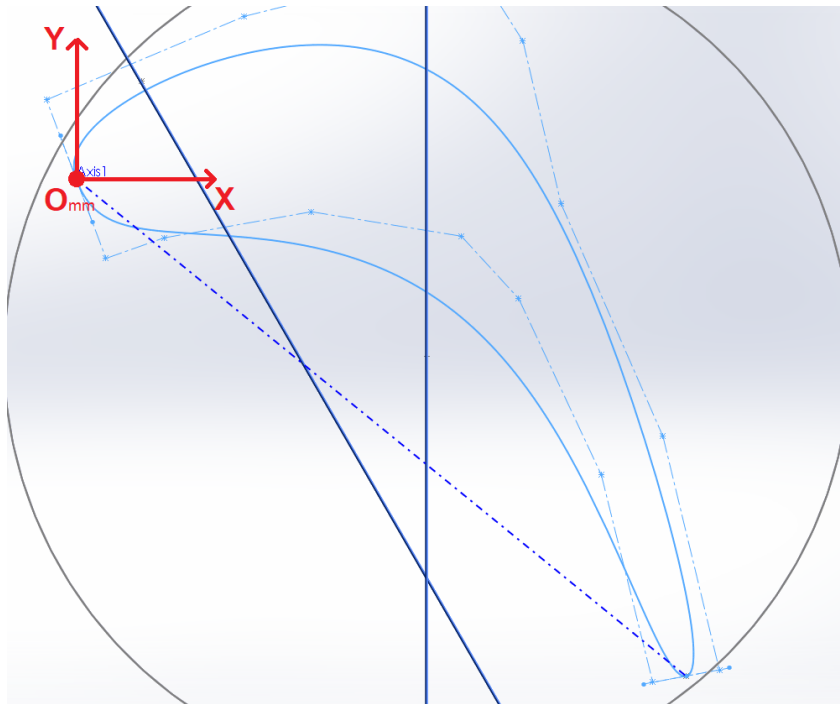


Figura 6. 2. Origen de coordenadas en mm

Fuente: elaboración propia

5. Representación gráfica: en la siguiente imagen podemos ver cada uno de los puntos individuales que hemos sacado y como tienen la del álabe en cuestión. Nótese que en los extremos se acumulan más puntos pues son las partes dónde la curvatura se acentúa.

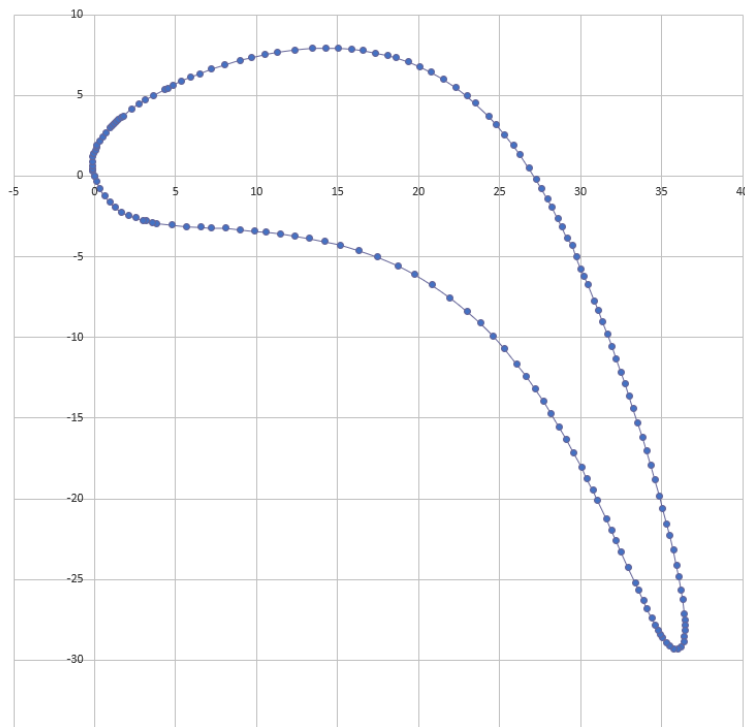


Figura 6. 3. Sección del álabe mediante los puntos tomados

Fuente: elaboración propia



6.2.2. Aproximación de las curvas por interpolación polinomial

Con los puntos obtenidos en el apartado anterior se llevarán a cabo las interpolaciones polinómicas para obtener una función que defina matemáticamente la sección.

La aproximación se realizará por mínimos cuadrados dividiendo los puntos obtenidos de manera que quede un conjunto de ellos para la línea superior y otro para la inferior, haciendo por tanto dos aproximaciones. Estas dos líneas compartirán los puntos inicial y final, de manera que cierren la sección del álab.

Comenzaremos calculando las distancias entre un punto tomado y su predecesor aplicando la ecuación similar a la (6.2), que adaptaremos para usarla entre dos puntos j y $j-1$ donde $j \in [1, m]$ en el que m era el número de puntos. De este modo, obtendremos la distancia de cada punto con el anterior excepto del primero de la serie, que era el punto 1 o (0,0).

La distancia del punto j al anterior es:

$$\left. \begin{matrix} (x_{j-1}, y_{j-1}) \\ (x_j, y_j) \end{matrix} \right\} d_j = d_{(j-1) \rightarrow j} = \sqrt{(x_j - x_{j-1})^2 + (y_j - y_{j-1})^2} \quad (6.5)$$

Posteriormente, calcularemos la distancia acumulada (D) en cada punto, aumentando hasta llegar al último, m . Por tanto, estas distancias acumuladas parciales y total serán:

$$D_{hasta\ j} = D_j = \sum_{i=1}^j d_i \quad (6.6)$$

$$D_{total} = D_t = \sum_{i=1}^m d_i \quad (\text{caso particular de (6.6) con } j = m) \quad (6.7)$$

Con esto, obtendremos la longitud de arco normalizada a lo largo de toda la curvatura del álab, u :

$$u_j = \frac{D_j}{D_t} \quad (6.8)$$

Quedando, de manera obvia una lista que variará desde un valor de 0 en u_1 hasta un valor de u_m , o lo que es lo mismo, u_{167} , de la unidad.

Una vez obtenida la lista en Excel, podremos empezar a realizar la interpolación.

El procedimiento para obtener un polinomio aproximador de grado n , $P_n(\mathbf{x})$, será el siguiente:

Teniendo el polinomio tipo

$$P_n(x) = y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3 + \dots + a_n \cdot x^n \quad (6.9)$$

Dónde cada término puede expresarse como:

- \mathbf{x} : valor real del punto respecto al eje x
- \mathbf{y} : valor real del punto respecto al eje y
- $\mathbf{a_n}$: coeficientes del polinomio aproximador

Si quisiéramos encontrar este polinomio de grado n mediante una serie de puntos, necesitaríamos al menos $n+1$ de estos, para poder plantear el siguiente sistema de $n+1$ ecuaciones y $n+1$ incógnitas:

$$\left. \begin{aligned} P_n(x_0) = y_0 &\rightarrow a_0 + a_1 \cdot x_0 + a_2 \cdot x_0^2 + \dots + a_n \cdot x_0^n = y_0 \\ P_n(x_1) = y_1 &\rightarrow a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_1^2 + \dots + a_n \cdot x_1^n = y_1 \\ &\vdots \\ P_n(x_n) = y_n &\rightarrow a_0 + a_1 \cdot x_n + a_2 \cdot x_n^2 + \dots + a_n \cdot x_n^n = y_n \end{aligned} \right\} \quad (6.10)$$

Este sistema se puede poner en forma matricial como:

$$\begin{pmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad (6.11)$$

El sistema anterior también se puede expresar para nuestro caso particular como:

$$\begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \dots & u_0^n \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \dots & u_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & u_n^2 & \dots & u_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix} \quad (6.12)$$

Y simplificando:

$$[U]\{a\} = [C] \quad (6.13)$$

La matriz $[U]$ es la conocida como matriz de Vandermonde y es dónde se introducen las coordenadas \mathbf{U} calculadas anteriormente y sus correspondientes potencias, mientras que en la matriz columna del lado derecho de la ecuación $[C]$, se introduce la coordenada \mathbf{X} o \mathbf{Y} en mm correspondiente.

De este modo, se obtendrán dos polinomios aproximadores, cada uno con sus coeficientes, que aproximarán los valores de \mathbf{X} y de \mathbf{Y} en función de \mathbf{U} .



Este sistema sería fácil de resolver y obtener los coeficientes del polinomio si utilizamos la inversa de la matriz de $[U]$:

$$\{a\} = [U]^{-1} \cdot [C] \quad (6.14)$$

No obstante, esto solo sería aplicable en casos como el descrito en el que la matriz de Vandermonde es cuadrada, ya que si no lo es no se puede invertir.

Para que en nuestro caso fuera cuadrada, necesitaríamos un polinomio de grado elevadísimo. Por ejemplo, si para la parte superior tomáramos, 100 de los 167 puntos obtenidos, como para $n+1$ puntos obtenemos un polinomio de grado n , para estos 100 tendríamos un polinomio de grado 99. Además, los valores de $[u_0 \ u_1 \ \dots \ u_m]$ en nuestra matriz son $u(x) \in [0,1]$, por lo que las potencias elevadas de estos números serán muy pequeñas, arrojando unos coeficientes elevadísimos.

Para resolver este problema podemos resolver la fórmula (6.13) de forma distinta a lo realizado en la (6.14) aplicando las propiedades de las matrices.

Por un lado, hay que tener en cuenta que el producto de dos matrices:

$$[U]_{m \times n} \cdot [A]_{n \times p} = [C]_{m \times p} \quad (6.15)$$

Es decir, el número de columnas de la primera matriz deberá ser igual al de filas de la segunda para que se puedan multiplicar. Y además, obtendremos una matriz producto formada por el número de filas de la primera y columnas de la segunda.

Esto supondrá que para obtener los $n+1$ coeficientes del polinomio, necesitaremos únicamente elevar las U a la enésima potencia que escojamos para nuestro polinomio aproximador (ej.: $n=9$ o 10 y no $n=99$), pero podremos tener tantos puntos (m) como queramos.

Una vez aclarado esto, solo queda despejar la ecuación de modo que la matriz $[U]$ pueda ser invertida. Para ello aplicaremos las propiedades de la traspuesta: al multiplicar una matriz que no es cuadrada por su traspuesta, obtenemos una matriz producto que si lo es:

$$[U]_{m \times n} \text{ y } [U]^t_{n \times m} \rightarrow [U] \cdot [U]^t = [U]'^t_{m \times m} \quad (6.16)$$

Aplicando todo esto, la nueva simplificación sería:

$$\begin{aligned} [U]\{a\} &= [C] \\ [U]^t \cdot [U]\{a\} &= [U]^t \cdot [C] \\ \{a\} &= ([U]^t \cdot [U])^{-1} \cdot [U]^t \cdot [C] \end{aligned} \quad (6.17)$$

Es decir, aplicando esa ecuación ya se podría resolver un sistema de $m > n$ del tipo:

$$\begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \cdots & u_0^n \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \cdots & u_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_m & u_m^2 & \cdots & u_m^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix} \quad (6.18)$$

Esta última ecuación (6.17) es la que aplicaremos para obtener los coeficientes de X y de Y del polinomio. Para los dos casos:

$$\{a_x\} = ([U]^t \cdot [U])^{-1} \cdot [U]^t \cdot [X] \quad (6.19)$$

$$\{a_y\} = ([U]^t \cdot [U])^{-1} \cdot [U]^t \cdot [Y] \quad (6.20)$$

Con estos, obtendremos los valores de \mathbf{X} e \mathbf{Y} interpolados multiplicándolos por los valores de U de cada punto, es decir:

$$\begin{Bmatrix} x_{int,0} \\ x_{int,1} \\ \vdots \\ x_{int,m} \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \cdots & u_0^n \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \cdots & u_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_m & u_m^2 & \cdots & u_m^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{x,0} \\ a_{x,1} \\ \vdots \\ a_{x,n} \end{pmatrix} \quad (6.21)$$

$$\begin{Bmatrix} y_{int,0} \\ y_{int,1} \\ \vdots \\ y_{int,m} \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \cdots & u_0^n \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \cdots & u_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_m & u_m^2 & \cdots & u_m^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{y,0} \\ a_{y,1} \\ \vdots \\ a_{y,n} \end{pmatrix} \quad (6.22)$$

Que como es lógico, obtendremos un valor de \mathbf{X} o \mathbf{Y} interpolado para cada punto, sea cual sea el grado n del polinomio.

En resumidas cuentas, hasta el momento hemos recogido en una hoja de Excel todo lo realizado hasta el momento y que mostraremos en la siguiente página. Esta tiene las siguientes características:

- Hemos representado en azul los puntos de la curva superior y en naranja los de la inferior, utilizando el punto (0,0) en ambos casos y compartiendo el punto final de la línea de curvatura (en gris). Este punto a la hora de obtener las coordenadas \mathbf{X} e \mathbf{Y} interpoladas se utilizará la media de ambos valores.
- No se han representado todos los valores, omitiendo los intermedios (se recogerá la tabla en el Anexo B).
- Se han introducido las fórmulas desarrolladas en Excel para cada operación, barriéndolas en cada punto.



P U N T O	Coordenada real (píxeles)		Coordenada real (mm)		Distancia entre puntos y acumulada			Coordenadas con el polinomio aproximador	
n	x _b	y _b	x _{mm}	y _{mm}	d	D	u	x _{int} (n=9,6)*	y _{int} (n=9,6)*
-	-	-	(6.3)	(6.4)	(6.5)	(6.6)	(6.8)	(6.20) (matriz columna)	(6.21) (matriz columna)
1	82	206	0	0	0,000	0,0000	0,000	-0,103	-0,041
2	80	200	-0,099	0,297	0,313	0,3135	0,003	-0,118	0,272
3	79	197	-0,149	0,446	0,157	0,4702	0,004	-0,130	0,447
4	79	193	-0,149	0,644	0,198	0,6684	0,006	-0,132	0,661
5	80	188	-0,099	0,892	0,253	0,9212	0,008	-0,112	0,925
6	80	182	-0,099	1,189	0,297	1,2185	0,011	-0,061	1,221
7	81	178	-0,050	1,388	0,204	1,4229	0,012	-0,010	1,417
8	83	174	0,050	1,586	0,222	1,6445	0,014	0,059	1,623
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98	818	774	36,478	-28,151	0,297	63,634	0,551	36,438	-28,109
99	817	782	36,428	-28,548	0,400	64,034	0,555	36,385	-28,507
100	816	788	36,379	-28,845	0,301	64,335	0,557	36,324	-28,811
101	813	795	36,230	-29,192	0,377	64,713	0,561	36,215	-29,197
102	809	798	36,032	-29,341	0,248	64,961	0,563	36,019	-29,489
103	803	797	35,734	-29,291	0,301	65,262	0,565	35,722	-29,297
104	799	794	35,536	-29,143	0,248	65,510	0,567	35,568	-29,106
105	794	789	35,288	-28,895	0,350	65,860	0,571	35,358	-28,831
106	790	783	35,090	-28,597	0,357	66,218	0,574	35,152	-28,545
107	787	779	34,941	-28,399	0,248	66,466	0,576	35,015	-28,344
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
163	101	238	0,942	-1,586	0,491	113,581	0,984	1,054	-1,601
164	95	231	0,644	-1,239	0,457	114,038	0,988	0,729	-1,279
165	89	222	0,347	-0,793	0,536	114,574	0,992	0,371	-0,843
166	85	212	0,149	-0,297	0,534	115,108	0,997	0,044	-0,341
167	82	206	0	0	0,332	115,441	1,000	-0,103	-0,041

Tabla 6. 1. Valores de todos los parámetros calculados

Fuente: elaboración propia

Nótese que los valores han sido redondeados para facilitar la lectura de la tabla.

Habiendo recogido la matriz $[U]$ para cada polinomio superior e inferior como (los valores no se han introducido debido a que son números decimales muy pequeños de difícil lectura):

n	1	u	u^2	u^3	u^4	u^5	u^6	...	u^n
1									
2									
3									
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
103									
104									
105									

Tabla 6. 2. Matriz $[U]$ para la curva superior

Fuente: elaboración propia

n	1	u	u^2	u^3	u^4	u^5	u^6	...	u^n
105									
106									
107									
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
165									
166									
167									

Tabla 6. 3. Matriz $[U]$ para la curva inferior

Fuente: elaboración propia

Y los coeficientes de los polinomios en matrices columna:

		Coeficientes x	Coeficientes y
a_0	→	$a_{x,0}$	$a_{y,0}$
a_1	→	$a_{x,1}$	$a_{y,1}$
a_2	→	$a_{x,2}$	$a_{y,2}$
⋮	→	⋮	⋮
a_{n+1}	→	$a_{x,n+1}$	$a_{y,n+1}$

Los polinomios obtenidos son los siguientes:

- Para la curva superior:

$$\begin{aligned}
 x_{sup,j} &= -0'0611429 - 29'256666 \cdot u_j + 3181'21032 \cdot u_j^2 - 42159'509 \cdot u_j^3 \\
 &\quad + 335530'705 \cdot u_j^4 - 1604707'3 \cdot u_j^5 + 4602281'27 \cdot u_j^6 - 7762043 \cdot u_j^7 \\
 &\quad + 7106677'92 \cdot u_j^8 - 2728382'6 \cdot u_j^9 \\
 y_{sup,j} &= -0'0917663 + 137'539579 \cdot u_j - 1356'8889 \cdot u_j^2 + 11309'206 \cdot u_j^3 \\
 &\quad - 54368'585 \cdot u_j^4 + 85026'5865 \cdot u_j^5 + 178848'708 \cdot u_j^6 \\
 &\quad - 847197'23 \cdot u_j^7 + 1170053'02 \cdot u_j^8 - 559458'68 \cdot u_j^9
 \end{aligned}
 \tag{6.23}$$

- Para la curva inferior:

$$\begin{aligned}
 x_{inf,j} &= 4300'30189 - 32760'647 \cdot u_j + 104819'297 \cdot u_j^2 - 178871'96 \cdot u_j^3 \\
 &\quad + 171887'725 \cdot u_j^4 - 88373'015 \cdot u_j^5 + 18998 \cdot u_j^6 \\
 y_{inf,j} &= 5606'54309 - 47105'405 \cdot u_j + 162849'221 \cdot u_j^2 - 299219'7 \cdot u_j^3 + 308764'096 \\
 &\quad \cdot u_j^4 - 169504'93 \cdot u_j^5 + 38610'2819 \cdot u_j^6
 \end{aligned}
 \tag{6.24}$$

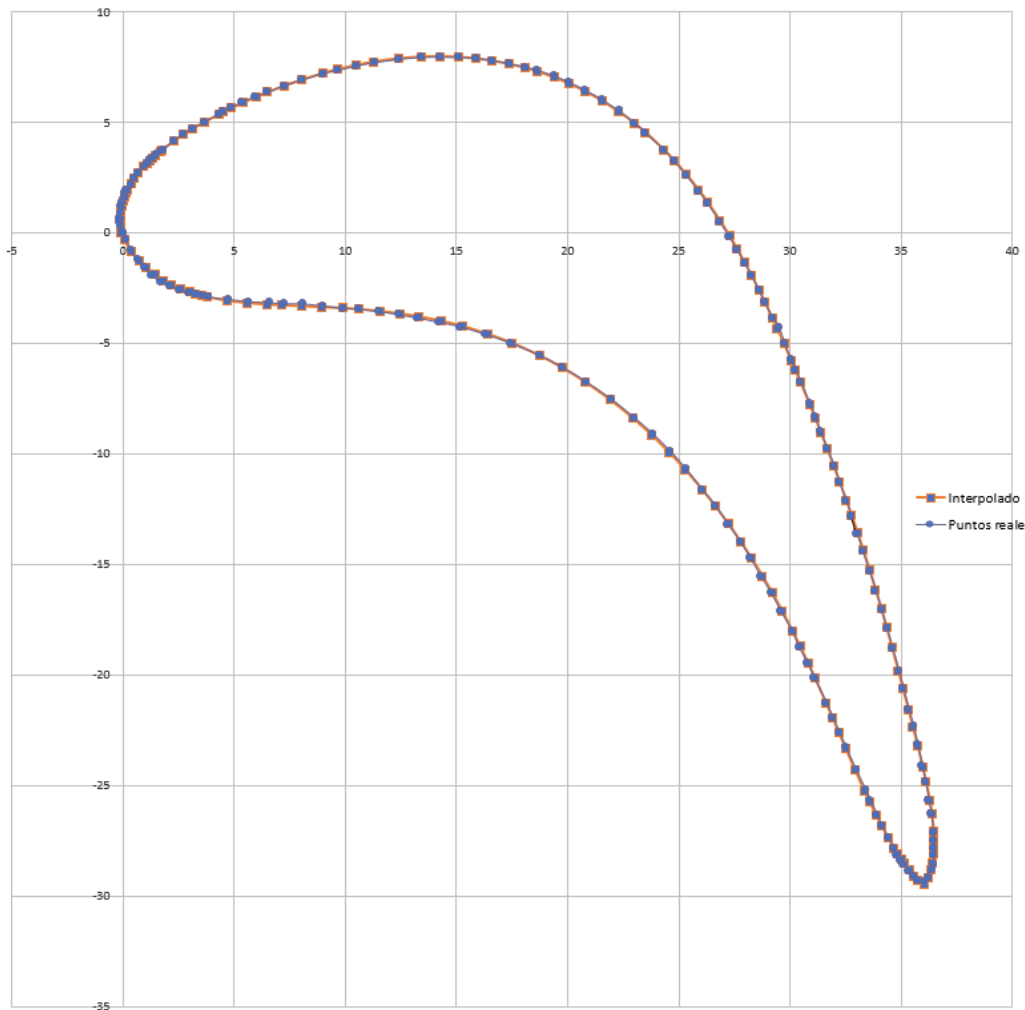


Figura 6. 4. Gráfica de puntos reales e interpolados

Fuente: elaboración propia

En la figura anterior, hemos obtenido los puntos de las coordenadas de los puntos mediante los polinomios aproximadores en **X** e **Y** para las dos curvas, y como vemos, estos arrojan unas coordenadas de X e Y muy precisas, imitando a la perfección la forma original. Con ellos operaremos para obtener la orientación de la herramienta y el programa en general.

6.2.2.1. Elección del grado del polinomio

Los grados elegidos para los polinomios que definen las curvas han sido un grado **$n=9$** para el superior y **$n=6$** para el inferior. Estos grados pares no se han escogido aleatoriamente, sino que siguen una lógica.

Para escoger este grado se ha desarrollado la matriz **[U]** hasta un elevado grado y se han obtenido los coeficientes de polinomios de distinto grado (de **$n=3$** a **$n=12$**). Para cada uno de estos coeficientes de los polinomios he obtenido los puntos en coordenadas tal y como se recogen en la tabla 6.1 y los he comparado con los valores reales calculando el error:

$$\text{Error relativo (\%)} = \varepsilon_r = \left| \frac{x_{int} - x_{real,mm}}{x_{real,mm}} \right| \cdot 100 \quad (6.25)$$

Fórmula en la que la **x** puede ser sustituida por la **y** .

Los primeros polinomios que se descartaban son los que arrojaban valores con errores elevados en todos los puntos eran descartados. Entre los polinomios que tenían escasos errores en todos los puntos se han descartado aquellos que tenían algún valor de error relativo más elevado en puntos con coordenadas del orden de las unidades.

Esto es porque si bien el error relativo puede ser el mismo en dos puntos, en uno cuyo valor sea muy cercano al 0, la desviación será muy pequeña. Esto se puede representar mucho mejor mostrando también el error absoluto. A modo de ejemplo:

$x_{real} (mm)$	$x_{interpolado} (mm)$	$\varepsilon_r (\%)$	$\varepsilon_{absoluto} = x_r - x_i (mm)$
0'08	0'05	37'5	0'03
35	21'875	37'5	13'125

Tabla 6. 4. Comparación error relativo y absoluto

Fuente: elaboración propia

Por último, para escoger uno de estos polinomios con escasos errores, se ha evaluado el error medio de las series:

$$\text{Error medio (\%)} = E = \frac{\sum_{j=0}^m \varepsilon_r}{m_s} \quad (6.26)$$



Es decir, la media de los errores relativos absolutos en cada punto de la interpolación. Siendo m_s el número de puntos, que variará según sea la curva superior o inferior.

Grado 5		Grado 6		Grado 8		Grado 9	
x_{int}	ε_r (%)	x_{int}	ε_r (%)	x_{int}	ε_r (%)	x_{int}	ε_r (%)
35,81439	0,60290	35,91463	0,32470	38,06383	5,64004	32,5085	9,7779
35,65024	0,23512	35,72150	0,03569	37,90094	6,06333	32,4615	9,1585
35,51760	0,05180	35,56789	0,08971	37,76893	6,28354	32,4242	8,7567
35,33342	0,12815	35,35807	0,19802	37,58507	6,50888	32,3735	8,2596
35,14949	0,16969	35,15249	0,17822	37,40091	6,58583	32,3243	7,8815
35,02416	0,23724	35,01457	0,20979	37,27516	6,67948	32,2917	7,5829
34,88016	0,25173	34,85820	0,18861	37,13045	6,71945	32,2552	7,2929
34,71724	0,21172	34,68387	0,11539	36,96647	6,70414	32,2152	7,0106
34,45178	0,16193	34,40533	0,02689	36,69882	6,69477	32,1531	6,5211
34,16246	0,18697	34,10882	0,02967	36,40663	6,76835	32,0901	5,8907
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3,03413	2,03120	2,990510	0,564465	-1,34502	145,23	12,88850	333,41
2,62341	3,78777	2,578106	1,995517	-1,92214	176,04	12,58935	398,06
2,22237	6,76239	2,178281	4,644204	-2,48703	219,47	12,30508	491,13
1,85380	10,01052	1,814049	7,651606	-3,00648	278,41	12,05266	615,24
1,45345	12,79176	1,422938	10,42389	-3,56965	377,01	11,79087	815,00
1,07017	13,64500	1,054174	11,94621	-4,10596	536,02	11,55584	1127,15
0,72568	12,62895	0,728802	13,11414 ₅	-4,58359	811,39	11,36143	1663,35
0,33784	2,62267	0,371389	7,048853	-5,11312	1573,79	11,16738	3118,87
-0,02968	119,9586	0,044071	70,35968	-5,60244	3867,95	11,01549	7308,54
-0,24862	-*	-0,144188	-*	-5,88563	-*	10,94413	-*
E (%)		E (%)		E (%)		E (%)	
3,0977		2,2337		137,6492		283,0804	

Tabla 6. 5. Comparativa de errores en polinomios de distinto grado

Fuente: elaboración propia

**El error relativo del último punto no se puede calcular debido a que el valor real de ese punto es 0.*

En la tabla anterior hemos recogido los valores de x obtenidos mediante la interpolación de polinomios de distinto grado. Estos valores son para la curva inferior.

Como se puede apreciar, los polinomios de grado 8 y 9 serían descartables de manera casi automática debido a los elevados valores de error existentes de muchos de sus valores. Estos dos polinomios resultan en una pésima aproximación, hasta el punto que no llega a ser necesario ni fijarnos en su valor de error medio.

En cuanto a los otros dos, si evaluamos valor por valor los errores, veremos que estos son aceptablemente bajos, produciéndose los mayores en puntos muy cercanos a 0. El polinomio que se escogió fue el de grado 6 debido a que, finalmente, era el que tenía el error medio más bajo.

Estas consideraciones también se han llevado a cabo para los valores de y , así como para el polinomio de la parte superior.

6.3. Orientación de la herramienta en cada punto de la geometría del álabe

Una vez obtenidos los polinomios que definen la base del álabe, podemos trabajar con ellos para obtener la orientación de la fresa para el mecanizado, no solo en esta sección, sino también en el resto de ellas que definen su geometría. El número de estas secciones es un parámetro arbitrario y cuyo valor solo dependerá de la calidad del acabado superficial que se le quiera dar a la pieza, escogiendo mayor número de secciones para un mejor acabado superficial.

Posteriormente a esto, se deberá realizar la cinemática inversa sobre esta orientación de la fresa, ya que fresadoras de este tipo llevan los ejes de giro en el plato y no sobre el cabezal.

6.3.1. Orientación de la herramienta en cada punto de la base álabe

Antes de obtener la orientación de la herramienta en cada punto del álabe completo, primero se deberá conseguir esta orientación en la sección de la base. Para ello se necesitará llevar a cabo una serie de operaciones vectoriales que empiezan por la obtención del vector tangente en cada punto y acaban con el vector buscado.



Para facilitar el seguimiento de este apartado se recoge en la siguiente lista todos los pasos que se van a seguir:

1. Derivación del polinomio aproximador
2. Valores de cada punto con el polinomio derivado
3. Vector tangente a la superficie en cada punto
4. Vector normal a la superficie en cada punto
5. Vector binormal a la superficie en cada punto
6. Vector de posición de la herramienta en cada punto

1. Derivación del polinomio aproximador

Esta operación consiste únicamente en derivar los polinomios obtenidos (6.23) y (6.24). Los coeficientes que se han obtenido para estos nuevos polinomios son:

	Curva superior		Curva inferior	
	Coefs. x'	Coefs. y'	Coefs. x'	Coefs. y'
a_0	-29,25666596	137,5395793	-32760,64687	-47105,40534
a_1	6362,420647	-2713,777849	209638,5947	325698,4412
a_2	-126478,5256	33927,61801	-536615,8817	-897659,3835
a_3	1342122,82	-217474,3411	687550,899	1235056,385
a_4	-8023536,298	425132,9323	-441865,0748	-847524,6622
a_5	27613687,64	1073092,247	113988,9253	231661,6911
a_6	-54334301,06	-6000380,599		
a_7	56853423,35	9360424,189		
a_8	-24555443,78	-5035128,137		

Tabla 6. 6. Coeficientes de los polinomios derivados

Fuente: elaboración propia

Como es lógico, los polinomios derivados son de un grado inferior a los originales.

2. Valores en cada punto con el polinomio derivado

Este paso consiste en sacar el valor de la $x'(u)$ y de la $y'(u)$ en cada punto. Para ello deberemos realizar el paso análogo al (6.21) y (6.22) pero con los coeficientes del nuevo polinomio:

$$\begin{Bmatrix} x'_{int,0} \\ x'_{int,1} \\ \vdots \\ x'_{int,m} \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \cdots & u_0^{n-1} \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \cdots & u_1^{n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & u_m & u_m^2 & \cdots & u_m^{n-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{x,0} \\ a_{x,1} \\ \vdots \\ a_{x,n-1} \end{pmatrix} \quad (6.27)$$

$$\begin{Bmatrix} y'_{int,0} \\ y'_{int,1} \\ \vdots \\ y'_{int,m} \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & u_0 & u_0^2 & \cdots & u_0^{n-1} \\ 1 & u_1 & u_1^2 & \cdots & u_1^{n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_m & u_m^2 & \cdots & u_m^{n-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{x,0} \\ a_{x,1} \\ \vdots \\ a_{x,n-1} \end{pmatrix} \quad (6.28)$$

Estos son los valores derivados de las coordenadas **XY** mientras que el valor de **Z** seguirá siendo 0 por estar en la base.

3. Vector tangente a la superficie en cada punto

Con el cálculo de la derivada se ha obtenido las direcciones tangentes a la superficie en cada punto. Definiremos el vector tangente \vec{t} el vector formado por las derivadas en cada punto, dividido por su módulo:

$$\vec{t} = \begin{cases} t_{x,j} = \frac{x'_j(u)}{m} \\ t_{y,j} = \frac{y'_j(u)}{m} \\ t_{z,j} = \frac{z'_j(u)}{m_j} \end{cases} \quad (6.29)$$

Con el módulo definido como:

$$\text{Módulo} = |\vec{v}| = m_j = \sqrt{x'_j(u)^2 + y'_j(u)^2 + z'_j(u)^2} \quad (6.30)$$

4. Vector normal a la superficie en cada punto

El vector normal a la sección inferior del álabe se podría definir como

$$\vec{N} = \begin{cases} N_x = \frac{-y'(u)}{m} \\ N_y = \frac{x'(u)}{m} \end{cases} \quad (6.31)$$

Se puede visualizar fácilmente con la siguiente imagen:

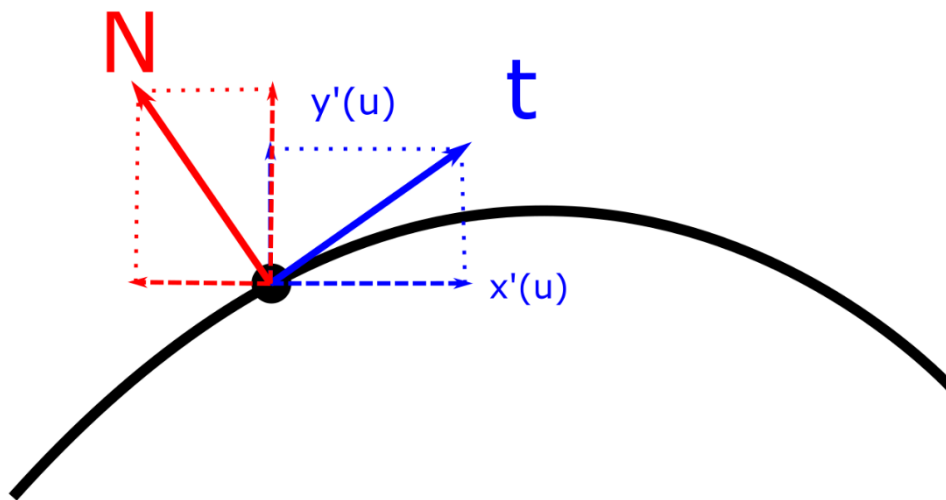


Figura 6. 5. Vectores tangente y normal a una curva

Fuente: elaboración propia

No obstante, este sería el vector normal para una curva en un espacio bidimensional, y debemos tener en cuenta que, aunque estemos en la base del álabe, esta sección forma parte de una pieza tridimensional. Por este motivo, deberemos calcular el vector normal a la superficie de otra manera a la citada en la fórmula (6.31).

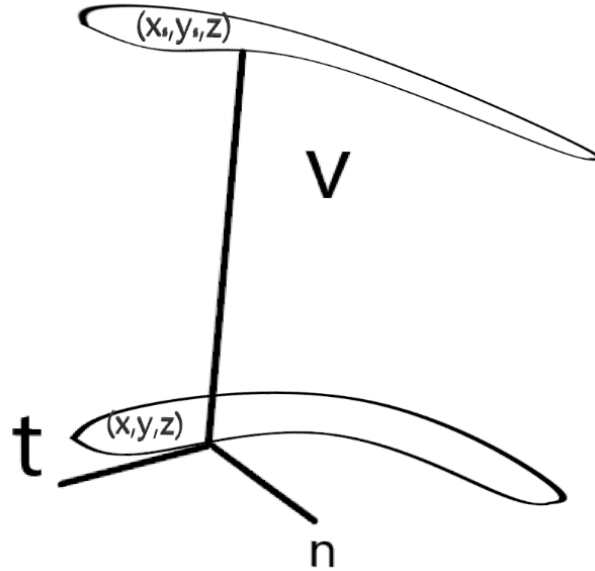


Figura 6. 6. Vector V de unión entre un punto en la base y su homólogo en la sección superior

Fuente: elaboración propia

Esta nueva forma deberá tener en cuenta la inclinación con la que se alza la pared del álabe en cada punto para poder calcular el verdadero vector normal. Debido a como se compuso la superficie lateral del álabe, las líneas que unen cada punto con su homólogo superior son líneas rectas. Esto será de utilidad pues el vector de unión \vec{V} será perteneciente a la superficie del álabe.

Por lo tanto, antes de calcular el vector \vec{V} deberemos calcular el punto superior. Estos puntos serán el resultado de la rotación en Z e Y de los ángulos con los que se diseñó la pieza. Las dos rotaciones que se producen se pueden expresar matricialmente como

$$\text{Rotación en } Y = M_{\alpha_y} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha_y) & 0 & \sin(\alpha_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\alpha_y) & 0 & \cos(\alpha_y) \end{pmatrix} \quad (6.32)$$

$$\text{Rotación en } Z = M_{\alpha_z} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha_z) & \sin(\alpha_z) & 0 \\ -\sin(\alpha_z) & \cos(\alpha_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (6.33)$$

Mientras que los dos ángulos de estos giros serían $\alpha_y = -15^\circ$ y $\alpha_z = -20^\circ$. El sentido de los grados se sigue la norma de la mano

derecha ya que giran en sentido opuesto de las agujas del reloj con respecto a la dirección y sentido del eje.

Con estas matrices ya se puede calcular los valores de **XYZ** en la sección superior:

$$\begin{Bmatrix} x_{S,j} \\ y_{S,j} \\ z_{S,j} \end{Bmatrix} = [M_{\alpha y}] \cdot [M_{\alpha z}] \cdot \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} - \{C\} + \{\Delta z\} \quad (6.34)$$

En la operación anterior, antes de aplicar la rotación a **(x,y,z)** se le resta y suma otras dos matrices columna. Estas representan la corrección del centro (**{C}**) y el incremento de cota (**{Δz}**).

La corrección de centro son las coordenadas reales del centro que se usarán para mecanizar. A la hora de hacer la interpolación se tomó como origen de coordenadas de **(X,Y)=(0,0)** al punto inicial de la línea de curvatura, no obstante, el punto que tomaremos como centro para mecanizar será el centro del cilindro debido a la facilidad de calibración de la máquina.

Las coordenadas respecto a este origen del centro del croquis son este vector columna, que calculadas de la misma manera que se obtuvo el mapa de bits y se pasó a coordenadas en mm son (expresiones 6.2 y 6.3):

$$\{C\} = \begin{Bmatrix} 20'71695 \\ -10'4576 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (6.35)$$

Por otro lado, el incremento de la cota es el valor de **Z** que crece la sección, como estamos en la última sección este será de:

$$\{\Delta z\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 50 \end{Bmatrix} \quad (6.36)$$

Una vez obtenidos todos los puntos de la sección superior, solo queda obtener el vector \vec{V} de unión entre estos y los de la sección inferior. Se tiene en cuenta la corrección de los puntos para trasladar el origen de coordenadas al centro nuevo.

$$\vec{V} = \begin{Bmatrix} V_{x,j} \\ V_{y,j} \\ V_{z,j} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} x_{S,j} \\ y_{S,j} \\ z_{S,j} \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 20'71695 \\ -10'4576 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (6.37)$$

Ahora ya se puede obtener el vector normal a la superficie multiplicando vectorialmente el vector tangente \vec{t} y este \vec{V} :



$$\vec{n}_p = \vec{V} \times \vec{t} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ V_x & V_y & V_z \\ t_x & t_y & t_z \end{vmatrix} = \quad (6.38)$$

$$= (V_y \cdot t_z - t_y \cdot V_z)\vec{i} + (V_z \cdot t_x - t_z \cdot V_x)\vec{j} + (V_x \cdot t_y - t_x \cdot V_y)\vec{k}$$

Por lo que se pueden escribir para cada punto:

$$\vec{n}_p = \begin{cases} n_{p_{x,j}} = t_{y,j} \cdot V_{z,j} - V_{y,j} \cdot t_{z,j} \\ n_{p_{y,j}} = t_{z,j} \cdot V_{x,j} - V_{z,j} \cdot t_{x,j} \\ n_{p_{z,j}} = t_{x,j} \cdot V_{y,j} - V_{x,j} \cdot t_{y,j} \end{cases} \quad (6.39)$$

Faltará normalizar este vector dividiendo por su módulo:

$$|\vec{n}_p| = |n_{p_j}| = \sqrt{n_{p_{x,j}}^2 + n_{p_{y,j}}^2 + n_{p_{z,j}}^2} \quad (6.40)$$

Por lo que el vector normal normalizado \vec{n} :

$$\vec{n} = \begin{cases} n_{x,j} = \frac{n_{p_{x,j}}}{|n_{p_j}|} \\ n_{y,j} = \frac{n_{p_{y,j}}}{|n_{p_j}|} \\ n_{z,j} = \frac{n_{p_{z,j}}}{|n_{p_j}|} \end{cases} \quad (6.41)$$

5. Vector binormal a la superficie en cada punto

El penúltimo paso antes de obtener el vector de la herramienta es obtener el vector binormal. Este vector es el que se obtiene al multiplicar vectorialmente el vector tangente con el normal:

$$\vec{b} = \vec{t} \times \vec{n} \quad (6.42)$$

Este vector binormal no es más que el vector \vec{V} anterior, por lo que el binormal no será más que este normalizado:

$$\vec{b} = \begin{cases} b_{x,j} = \frac{V_{x,j}}{|V_j|} \\ b_{y,j} = \frac{V_{y,j}}{|V_j|} \\ b_{z,j} = \frac{V_{z,j}}{|V_j|} \end{cases} \quad (6.43)$$

Con el módulo:

$$|\vec{V}| = |V_j| = \sqrt{V_{x,j}^2 + V_{y,j}^2 + V_{z,j}^2} \quad (6.44)$$

Terminando así este subapartado.

6. Vector de posición de la herramienta en cada punto

El vector de posición de la herramienta (\vec{a}) en cada punto se pondrá en el plano formado entre los vectores normal y binormal. Debido a la forma esférica de la fresa, la angulación a la que se ponga este vector afectará a la velocidad de corte:

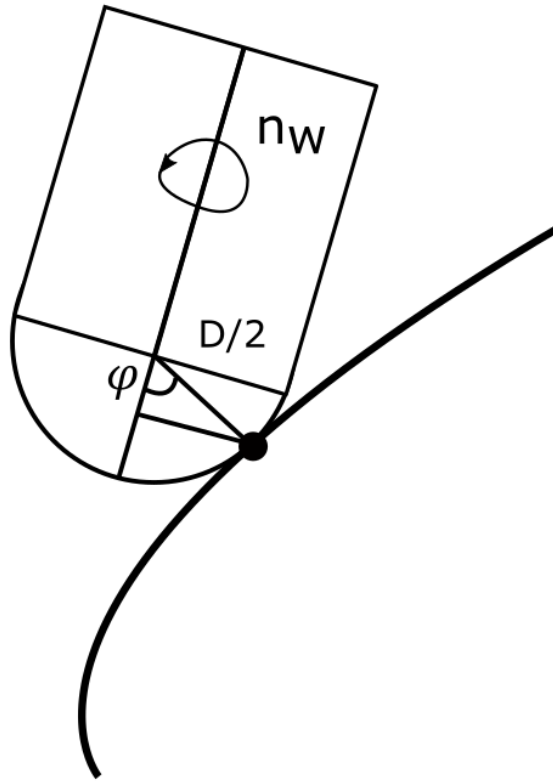


Figura 6. 7. Orientación de herramienta respecto a la pieza

Fuente: elaboración propia

Recordando la ecuación (5.1) podemos deducir la velocidad de corte en función del ángulo de inclinación de la herramienta de la siguiente manera:

$$v_c = \frac{n_w \cdot \frac{D}{2} \cdot \pi \cdot \sin(\varphi)}{1000} \quad (6.45)$$

Con:

- n_w , velocidad de rotación (rpm)
- v_c , velocidad de corte (m/min)
- $D = 12 \text{ mm}$, diámetro (mm)
- φ , ángulo de inclinación fresa-superficie ($^\circ$)

Por este motivo, si mantenemos fijo el ángulo de inclinación y la velocidad de rotación de la fresa tendremos una velocidad de corte constante que permita obtener acabados superficiales homogéneos.

El ángulo de inclinación escogido ha sido de 45° , por lo que para obtener el vector \vec{a} deberemos realizar la siguiente operación

$$\vec{a} = \frac{\vec{n} + \vec{b}}{|\vec{n} + \vec{b}|} = \begin{cases} a_{x,j} = \frac{n_{x,j} + b_{x,j}}{|\vec{n} + \vec{b}|} \\ a_{y,j} = \frac{n_{y,j} + b_{y,j}}{|\vec{n} + \vec{b}|} \\ a_{z,j} = \frac{n_{z,j} + b_{z,j}}{|\vec{n} + \vec{b}|} \end{cases} \quad (6.46)$$

Con módulo

$$|\vec{n} + \vec{b}| = \sqrt{(n_x + b_x)^2 + (n_y + b_y)^2 + (n_z + b_z)^2} \quad (6.47)$$

Y debido a que estos vectores dos forman un ángulo de 90° en todos los puntos, este módulo siempre será igual a raíz de dos:

$$|\vec{n} + \vec{b}| = \sqrt{2} = 1.4142 \dots \quad (6.48)$$

De esta manera ya tenemos la orientación de la herramienta en cada uno de los puntos de la base.

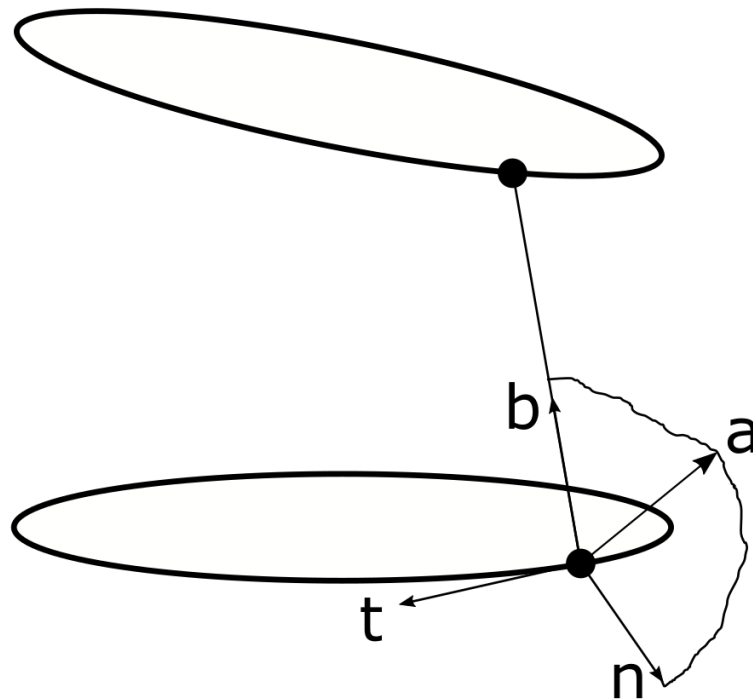


Figura 6. 8. Posición de la herramienta en la base del álabe

Fuente: elaboración propia

Esta orientación de la herramienta \vec{a} , así como otros vectores como la normal, se utilizará para obtener las orientaciones en el resto de puntos a las distintas secciones del álabe.

6.3.2. Programación de la posición de la herramienta en cada punto de la geometría del álabe

El vector \vec{a} calculado en cada punto de la base del álabe nos servirá para obtener la orientación en las otras secciones, esto lo realizaremos mediante una matriz de rotación, de modo similar a cómo calculamos los puntos de la sección superior.

No obstante, para calcular la posición de la fresa, este vector orientación no es suficiente, sino que deberemos programar exactamente la posición verdadera de la pieza. Podremos relacionar, y por tanto calcular, esta posición de la fresa en función de su orientación con respecto a un punto, la normal en este punto y la posición de este.

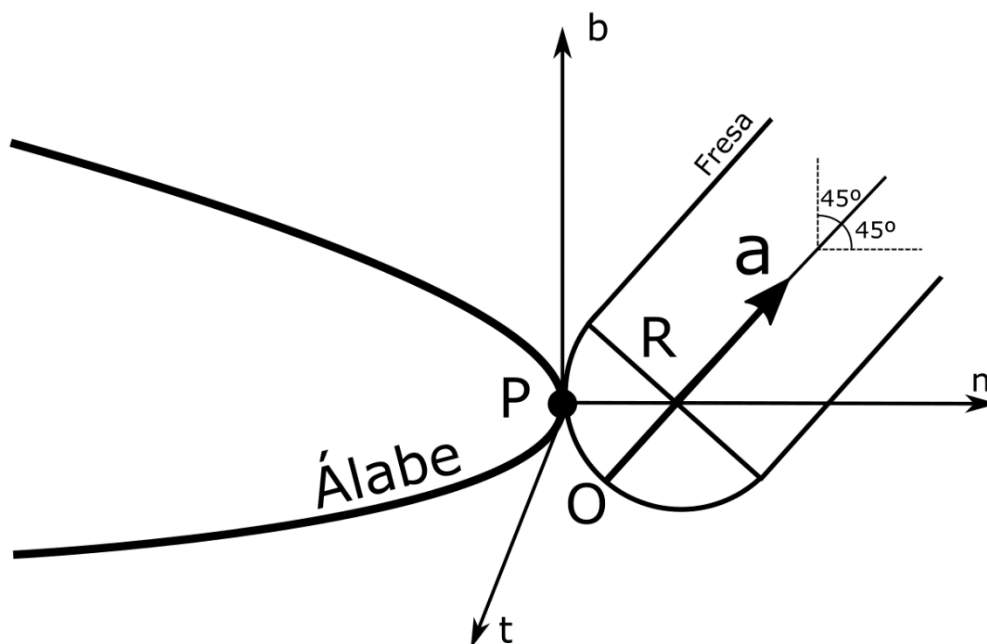


Figura 6. 9. Posición fresa-álabe

Fuente: elaboración propia

Hasta ahora solo hemos obtenido el vector de orientación de la herramienta, sin embargo, el punto que realmente lleva la coordenada de la pieza es la punta exacta de la fresa. Este punto es el **O**, al que podremos llegar conociendo el punto **P** que no es otro que los puntos de la superficie del álabe, la orientación de la herramienta y el radio de la fresa (**R=6 mm**). Lo relacionaremos de la siguiente manera:

$$\vec{r}_O = \vec{r}_P + R \cdot (\vec{n} - \vec{a}) \quad (6.49)$$

De la ecuación anterior, conocemos todos los participantes excepto \vec{r}_P , este no es más que el vector posición de cada punto del álabe. Debido a que el eje de giro de **B** de la fresadora no se encuentra a la altura de la base del álabe, sino a una distancia considerable. Si recordamos la



imagen 5.4 recordaremos que este se situaba a una distancia L_1 por lo que además de las coordenadas \mathbf{XY} , habrá que tener en cuenta esta altura.

Así pues, el vector \vec{r}_p en cada punto de la primera sección se puede definir como:

$$\vec{r}_p = \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} - \{C\} + \{\Delta Z\} \quad (6.50)$$

Dónde $\{C\}$ es el vector de posición del centro del tocho (ec. 6.33) y $\{\Delta Z\}$ es la altura hasta el centro de rotación:

$$\{\Delta Z\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ L_1 + L_2 + base\ Al \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 147'5965 + 52 + 10 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 209'5965 \end{Bmatrix} \quad (6.51)$$

Las distancias L_1 y L_2 ya eran conocidas por ser las distancias desde el eje de giro al plato y la altura del tocho de acero de sujeción. Los 10 mm de la base de aluminio es porque para este mecanizado tomamos como $\mathbf{Z=0}$ la primera sección del álabe, por lo que deberemos sumar la altura de la base de aluminio dónde atornillaba al acero.

La ecuación 6.50 queda:

$$\vec{r}_p = \begin{Bmatrix} r_{p,j} \\ r_{p,j} \\ r_{p,j} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 20'71695 \\ -10'4576 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 209'5965 \end{Bmatrix}$$

Este vector, será solo para los m puntos de la base, pero el objetivo era obtener los puntos de todas las secciones. Para ello deberemos aplicar una rotación específica en función de la sección a la que estemos.

Por ese motivo, el primer paso será seleccionar un número de secciones: **n° de secciones: η** . A lo largo de toda la altura del álabe (50 mm) cada una de estas secciones tendrán una rotación y altura distinta que variará en función de este número de secciones:

$$\Delta Z_s = \frac{s}{\eta} \cdot 50 \rightarrow \{\Delta Z_s\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 209'5965 + \frac{s}{\eta} \cdot 50 \end{Bmatrix} \quad (6.52)$$

$$\alpha_{z,s} = \frac{\alpha_z \cdot s}{\eta} = \frac{-20 \cdot s}{\eta} \quad (6.53)$$

$$\alpha_{y,s} = \frac{\alpha_y \cdot s}{\eta} = \frac{-15 \cdot s}{\eta} \quad (6.54)$$

Dónde el subíndice s indica la sección actual en la que estamos.

Con esto, podemos expresar el vector \vec{r}_p rotado en cada sección de la siguiente manera:

$$\vec{r}_{p,j,s} = \begin{Bmatrix} r_{p_{x,j,s}} \\ r_{p_{y,j,s}} \\ r_{p_{z,j,s}} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Matr \\ rot \\ conj \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} x_j \\ y_j \\ z_j \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 20'71695 \\ -10'4576 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 209'5965 + \Delta Z_s \end{Bmatrix} \quad (6.55)$$

Esta última ecuación nos permitirá calcular el vector de posición de cada punto de los $j \in [1, m = 168]$ en cada una de las $s \in [0, ns]$ secciones. El único parámetro que queda por definir es la matriz de rotación conjunta:

$$Rot.\alpha_{z_s} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha_{z,s}) & \sin(\alpha_{z,s}) & 0 \\ -\sin(\alpha_{z,s}) & \cos(\alpha_{z,s}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6.56)$$

$$Rot.\alpha_{y_s} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha_{y,s}) & 0 & \sin(\alpha_{y,s}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\alpha_{y,s}) & 0 & \cos(\alpha_{y,s}) \end{bmatrix} \quad (6.57)$$

$$Rot.conjunta_s = [Rot.\alpha_{z_s} \cdot Rot.\alpha_{y_s}] \quad (6.58)$$

Por lo tanto, a partir del vector de posición de la base \vec{r}_p podemos obtener el vector de posición de todos los puntos en las diferentes alturas del álabe.

Para terminar de calcular el posicionamiento de la herramienta nos queda por obtener los vectores \vec{a} y \vec{n} en las diferentes secciones. Para ello simplemente habrá que multiplicarlos por la matriz de rotación de la sección correspondiente a la que estén:

$$\vec{a}_{j,s} = \begin{bmatrix} Matr \\ rot \\ conj \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} a_{x,j,s} \\ a_{y,j,s} \\ a_{z,j,s} \end{Bmatrix} \quad (6.59)$$

$$\vec{n}_{j,s} = \begin{bmatrix} Matr \\ rot \\ conj \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} n_{x,j,s} \\ n_{y,j,s} \\ n_{z,j,s} \end{Bmatrix} \quad (6.60)$$

De esta manera, ya podemos construir el vector de posición de la herramienta en todos los puntos del álabe:

$$\vec{r}_{o,j,s} = \begin{cases} r_{o_{x,j,s}} = r_{p_{x,j,s}} + 6(n_{x,j,s} - a_{x,j,s}) \\ r_{o_{y,j,s}} = r_{p_{y,j,s}} + 6(n_{y,j,s} - a_{y,j,s}) \\ r_{o_{z,j,s}} = r_{p_{z,j,s}} + 6(n_{z,j,s} - a_{z,j,s}) \end{cases} \quad (6.61)$$

Una vez llegados a este punto, solo quedaría realizar la cinemática inversa para obtener los puntos en las coordenadas de la máquina.

6.3.3. Cinemática inversa

La cinemática inversa consiste en rotar los vectores de posición de la herramienta para orientar esta de manera que siempre esté en posición vertical, con esto se obtienen unos ángulos de giro en cada punto.

Esto se realiza porque en el tipo de fresadoras de 5 ejes como la existente en el laboratorio de máquinas herramientas de la UPCT el cabezal es fijo y solo se mueve en altura (**eje Z**), mientras que el resto de movimientos de los ejes **X** e **Y**, y los giros que otorgan los 5 ejes los realiza el plato en el que se acopla la pieza.

Como existen dos giros **C**(alrededor de **Z**) y **B**(alrededor de **Y**), deberemos realizar dos rotaciones para completar la cinemática inversa. Estas dos rotaciones son:

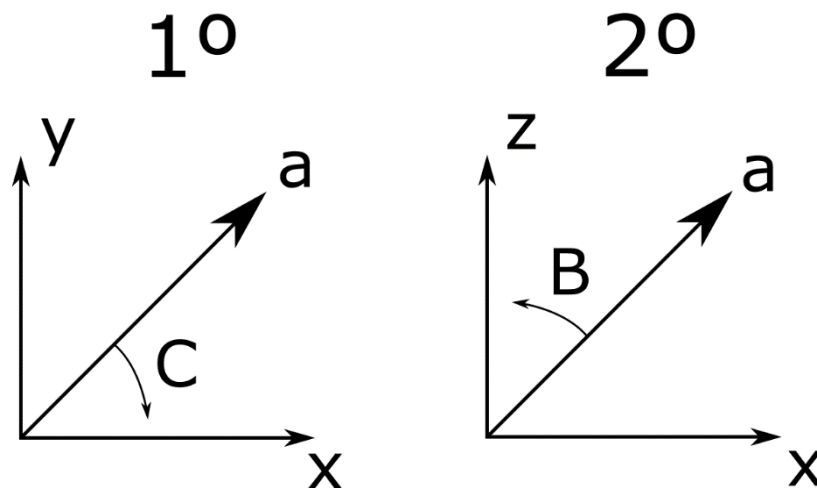


Figura 6. 10. Giros para la cinemática inversa

Fuente: elaboración propia

Como vemos, los dos pasos serán, girar la pieza alrededor de **Z (plano XY)** el ángulo **C** en sentido horario a la que está situada y posteriormente, girarla alrededor de **Y (plano XZ)** el ángulo **B** en sentido antihorario hasta dejar la fresa en posición vertical.

Los ángulos **C** y **B** para cada punto de cada sección se pueden expresar como:

$$C_{j,s} = \arctan\left(\frac{a_{y,j,s}}{a_{x,j,s}}\right) \quad (6.62)$$

$$B_{j,s} = \arctan\left(\frac{a_{x,j,s}}{a_{z,j,s}}\right) \quad (6.63)$$

Con ellos ya se pueden deducir las dos matrices de rotación que se deberán utilizar:

$$Rot. C_{j,s} = \begin{bmatrix} \cos(C_{j,s}) & \sin(C_{j,s}) & 0 \\ -\sin(C_{j,s}) & \cos(C_{j,s}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6.64)$$

$$Rot. B_{j,s} = \begin{bmatrix} \cos(B_{j,s}) & 0 & -\sin(B_{j,s}) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(B_{j,s}) & 0 & \cos(B_{j,s}) \end{bmatrix} \quad (6.65)$$

Y la conjunta será su producto:

$$Rot. C - B_{j,s} = [Rot. C_{j,s} \cdot Rot. B_{j,s}] \quad (6.66)$$

Por lo que para obtener la posición de la herramienta girada se deberá realizar:

$$\vec{r''_{P_{j,s}}} = \begin{Bmatrix} r''_{Px,j,s} \\ r''_{Py,j,s} \\ r''_{Pz,j,s} \end{Bmatrix} = [Rot. C - B_{j,s}] \cdot \begin{Bmatrix} r_{Px,j,s} \\ r_{Py,j,s} \\ r_{Pz,j,s} \end{Bmatrix} \quad (6.67)$$

Y este vector no es otro que las coordenadas de operación de la máquina $P_{f,j,s}$, en las que también se deberá tener en cuenta los ángulos de giro en cada punto:

$$\begin{Bmatrix} r''_{Px,j,s} \\ r''_{Py,j,s} \\ r''_{Pz,j,s} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_{fx,j,s} \\ P_{fy,j,s} \\ P_{fz,j,s} \end{Bmatrix} \rightarrow P_{f,j,s} = \begin{Bmatrix} P_{fx,j,s} \\ P_{fy,j,s} \\ P_{fz,j,s} \\ C_{j,s} \\ B_{j,s} \end{Bmatrix} \quad (6.68)$$

De esta manera obtendríamos los movimientos de la fresa en cada uno de los puntos de todas las secciones en las que se haya dividido la pieza.

Por último, para comprobar que los giros sean correctos podemos realizar las dos siguientes comprobaciones al vector posición de la herramienta:

$$\begin{Bmatrix} a'_{x_{j,s}} \\ a'_{y_{j,s}} \\ a'_{z_{j,s}} \end{Bmatrix} = [Rot. C_{j,s}] \cdot \begin{Bmatrix} a_{x_{j,s}} \\ a_{y_{j,s}} \\ a_{z_{j,s}} \end{Bmatrix} \text{ deberá tener: } a'_{y_{j,s}} = 0 \quad (6.69)$$

$$\begin{Bmatrix} a''_{x_{j,s}} \\ a''_{y_{j,s}} \\ a''_{z_{j,s}} \end{Bmatrix} = [Rot. B_{j,s}] \cdot \begin{Bmatrix} n_{x_{j,s}} \\ n_{y_{j,s}} \\ n_{z_{j,s}} \end{Bmatrix} \text{ deberá tener} \quad (6.70)$$

$$a''_{x_{j,s}} = a''_{y_{j,s}} = 0 \text{ y } a''_{z_{j,s}} = 1$$



Tras haberse realizado estas comprobaciones y haberse obtenido las coordenadas en cada punto, queda finalizada la cinemática inversa y los puntos necesarios para llevar a cabo el mecanizado del álabe

6.3.4. Automatización del proceso

El proceso descrito anteriormente describe como obtener la posición y orientación del conjunto fresa-plato de la fresadora en cada punto para realizar el mecanizado con la fresa esférica. No obstante, existen **$j=168$** puntos por sección y un número indeterminado de η secciones que puede ser muy elevado, en función del acabado que se le quiera dar a la pieza. En el caso de hacer solamente 10 secciones ya obtendríamos 1680 puntos, por lo que se deberá operar de alguna forma que agilice los cálculos.

Si recordamos el proceso llevado a cabo, el punto en el que empezamos a operar los puntos en cada sección es cuando calculamos el vector de posición de la herramienta $\vec{r}_{0j,s}$, así pues, será a partir de este punto donde crearemos una hoja de cálculo que operará de forma automática mediante una macro.

En definitiva, el proceso a seguir será el siguiente:

1. Crear una hoja de cálculo en dónde se obtenga el valor del vector de posición de la herramienta dependiendo de la sección en la que esté.
2. Generar un programa que permita obtener el vector girado para de una determinada sección.
3. Generar un programa que recoja las coordenadas generadas de cada sección en líneas de código y pase a la siguiente sección para que el primer programa se ejecute.

El primer paso se hará realizando una hoja de Excel similar a la siguiente:

Hoja de cálculo: OBTENCIÓN POSICIÓN HERRAMIENTA

No de secciones		η	1
Sección actual		s	2
Rot. en Z sección actual		$\alpha_{z,s}$	3
Rot. en Z sección actual		$\alpha_{y,s}$	3
Inc. de cota sección actual		ΔZ_s	3
Datos conocidos		\tilde{a}	\tilde{n}

Rot. conjunta		Rot. C - B _{j,s}	
4	(6.57)	11	(6.65)

Rot. conjunta		Rot. C - B _{j,s}	
4	(6.57)	11	(6.65)

j	$r_{P_{x,i},s}$	$r_{P_{y,i},s}$	$r_{P_{z,i},s}$	$n_{x,i,s}$	$n_{y,i,s}$	$n_{z,i,s}$	$\alpha_{x,i,s}$	$\alpha_{y,i,s}$	$\alpha_{z,i,s}$	$r_{O_{x,i},s}$	$r_{O_{y,i},s}$	$r_{O_{z,i},s}$	$C_{j,s}$	$B_{j,s}$	$r''_{P_{x,i},s}$	$r''_{P_{y,i},s}$	$r''_{P_{z,i},s}$
1	$r_{P_{x,1},s}$	$r_{P_{y,1},s}$	$r_{P_{z,1},s}$														
2	$r_{P_{x,2},s}$																
3	$r_{P_{x,3},s}$																
4	$r_{P_{x,4},s}$																
5	$r_{P_{x,5},s}$																
6	$r_{P_{x,6},s}$																
7	$r_{P_{x,7},s}$																
8	$r_{P_{x,8},s}$																
9	$r_{P_{x,9},s}$																
10	$r_{P_{x,10},s}$																
11	$r_{P_{x,11},s}$																
...
164	$r_{P_{x,164},s}$																
165	$r_{P_{x,165},s}$																
166	$r_{P_{x,166},s}$																
167	$r_{P_{x,167},s}$																
168	$r_{P_{x,168},s}$																



En la tabla anterior, se irán introduciendo los datos en el orden indicado (1,2,...12):

1. En primer lugar, se indica el número de secciones en las que queremos dividir el álabe.
2. Se indica la sección actual de la que queremos obtener los datos.
3. Se obtienen los valores de los ángulos en **Z**, **B** y el incremento de cota para esa sección.
4. Se compone la matriz de rotación conjunta para sacar el vector de posición del punto de mecanizado.
5. Se obtiene el citado vector.
6. Con la misma matriz también se compone el vector de orientación de la herramienta.
7. Proceso análogo para obtener el vector normal a la superficie.
8. Se compone el vector final.
9. Se obtiene el ángulo de **C** para cada punto.
10. Ídem para **B**.
11. Se compone la matriz de inversión.
12. Se calcula el vector invertido con lo que se obtienen las componentes de las coordenadas del mecanizado.

Este proceso resumido es el que se ha ido siguiendo a lo largo de la explicación del capítulo. No obstante, esta hoja es solo para una sección por lo que, o bien se crea una hoja para operar cada sección o se busca otro procedimiento.

Crear una hoja para cada sección sería un proceso largo teniendo en cuenta que para obtener un correcto acabado se necesitaría un gran número de secciones. Además, debido a que la matriz de inversión debe ser para cada ángulo de **C** y **B**, esta debería ir variándose manualmente en cada punto, o construir 168 matrices distintas, una por punto.

Para solucionar este problema, se hará uso de macros de Excel. Con ellos se irán realizando las anteriores descritas anteriormente y se irá variando la sección, así como las matrices de rotación en cada punto. Posteriormente, los valores del vector rotado y de los ángulos **C** y **B** se pondrán en líneas de modo que se obtenga el programa final.

Los dos macros utilizados son los siguientes:

1º Programa:

```
Sub Llenar_a()  
Dim i As Long, j As Long  
j = 186 - 19  
|  
Application.ScreenUpdating = False  
  
With Worksheets("coordenadas")  
For i = 1 To j  
Application.StatusBar = "Sección " & .Cells(15, 2).Value & "Fila " & i  
'copiamos C y realizamos primer giro para eliminar ay  
.Cells(19 + i, 13).Copy  
.Cells(2, 11).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
Range(.Cells(19 + i, 7), .Cells(19 + i, 9)).Copy  
.Cells(4, 11).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Transpose:=True  
Range(.Cells(4, 12), .Cells(6, 12)).Copy  
.Cells(19 + i, 18).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Transpose:=True  
'Copiamos B para eliminar componente ax  
.Cells(19 + i, 14).Copy  
.Cells(2, 12).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
Range(.Cells(4, 13), .Cells(6, 13)).Copy  
.Cells(19 + i, 15).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Transpose:=True  
  
'Transformamos vector posición herramienta con C y B calculado  
Range(.Cells(19 + i, 10), .Cells(19 + i, 12)).Copy  
.Cells(4, 14).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Transpose:=True  
Range(.Cells(4, 16), .Cells(6, 16)).Copy  
.Cells(19 + i, 23).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Transpose:=True  
Next i  
Application.ScreenUpdating = True  
  
End With  
End Sub
```

En este primer programa se hacen todas las operaciones descritas en los 12 puntos anteriores, sumando que en este caso, también se obtenían los vectores $a'_{j,s}$ y $a''_{j,s}$ para comprobar la correcta orientación de la herramienta.

Este programa cambia la matriz de rotación para cada punto, pudiendo trabajar con una hoja en la que solo exista una matriz a la que se le cambian los valores.



2º Programa:

```
Sub ComponerPrograma()  
Dim i As Long, j As Long, k As Long, m As Long, n As Long  
Dim Secciones As Long  
Dim Bloque As Range, Seccion As Range  
  
With Worksheets("Coordenadas")  
Secciones = .Cells(14, 2).Value  
Set Seccion = .Cells(15, 2)  
Set Bloque = Range(.Cells(20, 28), .Cells(188, 28))  
End With  
m = 188 - 19 'tamaño de rango de bloque  
n = 30 'primer bloque de programa  
k = 4  
  
With Worksheets("Programa")  
For i = Secciones To 0 Step -1  
Seccion.Value = i  
Llenar_a  
Bloque(1, 1).Offset(0, -1).Value = n  
Bloque.Copy  
Worksheets("programa").Cells(k, 1).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
n = n + m * 10  
k = k + m  
DoEvents  
Next i  
Worksheets("programa").Cells(k, 1).Value = "N" & n & "M30"  
End With  
With Worksheets("Programa")  
.Cells(2, 1).Select  
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
Selection.Replace What:=",", Replacement:=".", LookAt:=xlPart, _  
SearchOrder:=xlByRows, MatchCase:=False, SearchFormat:=False, _  
ReplaceFormat:=False, FormulaVersion:=xlReplaceFormula2  
End With  
End Sub
```

Este segundo programa varía la sección en la que nos encontramos para que se pueda ejecutar el programa anterior en cada una de ellas. Después de cada bloque, recoge los valores obtenidos de manera que puedan ser leídos por el postprocesador de la fresadora y se pueda mecanizar con él.

Actuando de esta manera, podemos cambiar el número de secciones a nuestro antojo y ejecutar los dos programas para obtener el programa de acabado deseado.

Se puede apreciar como la composición del programa incluye los números de la línea **N** y añade antes de introducir los valores de las coordenadas el índice de esta (**X, Y, Z, B, C**)

El código G completo para el mecanizado de 20 secciones será recogido en el Anexo C.

6.3.5. Consideraciones sobre el programa

El programa final recogido en el Anexo C fue objeto de una serie de modificaciones. Estas han ido surgiendo a medida que se elaboraba el código, se simulaba y se probaba en vacío. Dejando a un lado pequeños errores momentáneos (falta de un punto en el código, introducir un comando incorrecto como G91 en vez de G90), las dos principales modificaciones del código han sido las siguientes:

1.- En primer lugar, tendríamos la inclusión de un bloque al final de cada sección que separa la pieza en **X** y **Z** para evitar que cuando se recoloca la pieza para iniciar la nueva pasada se produzca algún tipo de colisión. Para lograr este cometido, simplemente se introdujo una línea adicional al final de la programación de una sección que sumara un determinado valor a estas coordenadas. A modo de ejemplo se recogerá el procedimiento de la primera de las secciones:

N169	X – 81.23	Y – 13.269	Z38.831	B22.759	C – 9.545
			↓		
N170	X – 61.23	Y – 13.269	Z68.831	B22.759	C – 9.545

Como se puede apreciar, se han sumado 20 mm a la coordenada **X** y 30 a la **Z**.

2.- En segundo lugar, debido a la estrechez de la parte inferior, el polinomio aproximador arrojó unos resultados que, si bien a priori parecen muy buenos, si acercamos la observación en ella, veremos que se queda una punta escasamente suave.

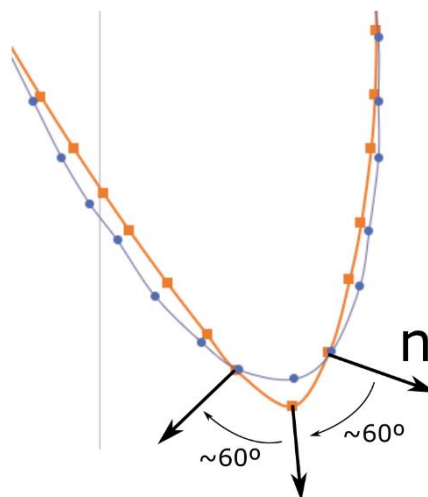


Figura 6. 11. Punta inferior del álabe

Fuente: elaboración propia

Si vemos en la figura anterior (naranja puntos interpolados, azul puntos reales), se ve claramente como se pasa de mecanizar en un



determinado punto con una cierta angulación a saltar prácticamente 120º para mecanizar la cara inferior en dos puntos.

Esto ocasionaba problemas de discontinuidad en la ejecución del programa, y la variación tan grande de ese ángulo provocaba movimientos indeseables.

Para solucionar esto se ha optado por eliminar el punto final del mecanizado y sustituirlo por un movimiento de elevación de la pieza antes de ir al siguiente punto. De esta manera, aunque se haya perdido parte de la continuidad de la sección, se ha podido mecanizar sin problemas. El procedimiento de sustitución en cada sección ha sido el siguiente:

N1 <i>Coord.P1</i>		N1 <i>Coord.P</i>
N2 <i>Coord.P</i>	→	N2 <i>G91 Z50</i>
N3 <i>Coord.P3</i>		N3 <i>G90</i>
		N4 <i>Coord.P3</i>

Como se puede apreciar, se ha sustituido el punto intermedio (el de la punta), por dos bloques. El primero, cambia a coordenadas incrementales (**G91**) y levanta la herramienta 50 mm, el segundo, vuelve a poner el sistema de coordenadas en coordenadas absolutas (**G90**).

6.4. Resultados

El método aplicado ha resultado ser muy eficaz a la hora de obtener el código G para el mecanizado y permite una gran flexibilidad a la hora de variar parámetros como el número de pasadas o el ángulo de incidencia de la herramienta sobre la pieza. No obstante, presenta una considerable carga de trabajo para obtener todos los parámetros necesarios.

Este procedimiento se ha demostrado útil y funcional para una pieza compleja como el álabe en cuestión, y podría ser de gran utilidad a la hora de realizar otro tipo de piezas complejas. Sin mencionar que, para una geometría más sencilla, o de parametrización conocida, no sería necesario llevar a cabo las interpolaciones polinómicas realizadas por nuestra parte para obtener unas ecuaciones que definieran la pieza, reduciendo drásticamente el tiempo de obtención del programa.

Los resultados de probar el código de acabado recogido en el Anexo C en vacío han sido satisfactorios pues seguían la línea del álabe como tal y como debía. En el siguiente video se puede apreciar la prueba del programa actuando en vacío sobre el álabe fabricado mediante una impresora 3D:

<https://youtu.be/OodrXtB-zLA>

(2)

El mecanizado se ha realizado sobre una pieza obtenida por medio de impresión 3D debido a la rotura de la pieza desbastada en aluminio.

La pieza se fabricó exportando el fichero .SLDPRT de la pieza realizado con SolidWorks hasta un archivo tipo .STL de alta fidelidad con escala 1:1. La impresión 3D fue realizada en una Ender-5 propiedad del Departamento de Ingeniería Mecánica, Materiales y Fabricación de la UPCT por el Dr. Manuel Estrems con los siguientes parámetros:

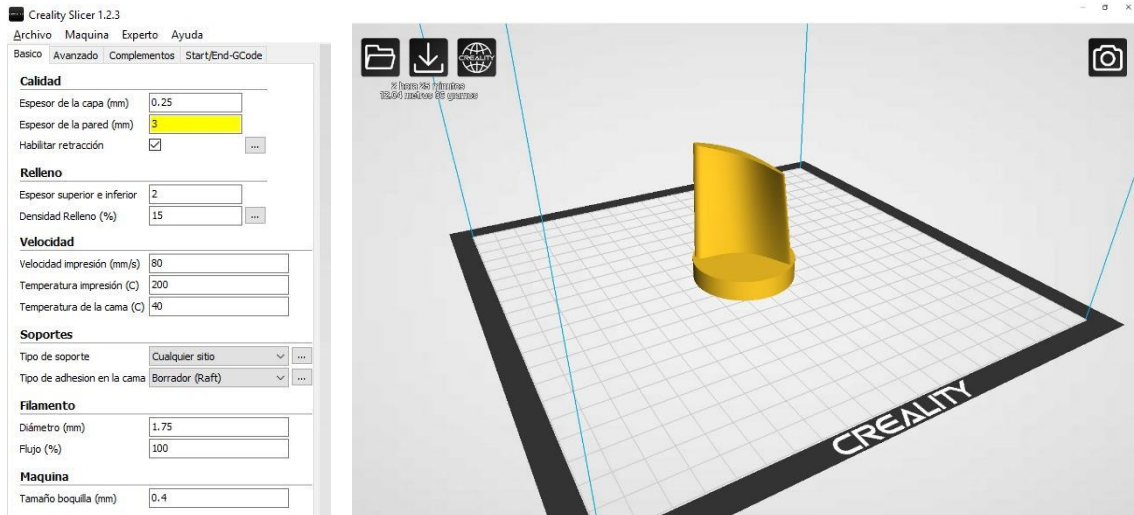


Figura 6. 12. Parámetros de la impresión 3D

Fuente: Manuel Estrems Amestoy

En el siguiente vídeo se ha recogido el mecanizado de las primeras secciones del álabe desde varios puntos de vista, si bien es cierto que debido a que la pieza tenía prácticamente las dimensiones exactas del álabe final, el acabado apenas ha rozado la pieza. En éste, se puede apreciar el mecanizado desde tres ángulos distintos, primero una vista a cámara rápida y posteriormente el proceso completo a velocidad normal.

<https://youtu.be/2IRbFy2fEKQ>

(3)

En cuanto al acabado superficial, aunque la pieza de aluminio se dañó, sí que se pudo mecanizar parte de ella por lo que se puede observar y analizar el acabado.



Figura 6. 13. Acabado superficial en pieza de aluminio con programa de 20 secciones

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar, utilizando la fresa esférica de 12 mm de diámetro y dividiendo la pieza en 20 secciones iguales (pasadas de 2'5 mm) no se obtiene un acabado superficial satisfactorio, y se debería aumentar considerablemente el número de secciones a realizar.

No obstante, tal como se ha planteado la obtención del código, solo se debería cambiar el número de secciones totales en la hoja de Excel mostrada en el punto 6.3.3. correspondiente a la automatización del proceso.

Con todo esto comentado, se puede dar por corroborada la utilidad del método desarrollado para generar códigos de superficies libres complejas en máquinas herramientas de 5 ejes, facilitando de este modo la utilización de este tipo de equipos sin necesidad de utilización de programas CAM de cinco ejes, solo la utilización de software básico como Excel.

Por otro lado, otra ventaja del método es la flexibilidad de éste por la facilidad para cambiar parámetros de la operación como el diámetro de la fresa, la angulación fresa-pieza o las dimensiones de la pieza.

En cuanto a dificultades obtenidas durante el proceso y sus posibles soluciones, se puede comentar que, si se hubiera diseñado el álabe siguiendo un modelo matemático conocido, se habría ahorrado gran cantidad de tiempo de obtener las ecuaciones que definen la pieza. Si la pieza en cuestión hubiera sido, por ejemplo, un rodete de ecuaciones conocidas, el proceso de obtención del código hubiera sido más rápido, y además, más preciso.

Otro elemento factor de error a tener en cuenta ha sido la cantidad de puntos de la parte de salida del álabe. Si se hubieran tomado más puntos en esa parte se podría haber obtenido un polinomio con una aproximación más precisa y sortear el error **2.-** comentado al inicio del apartado.

Otra posible solución hubiera sido desarrollar un tercer polinomio en la parte de la punta trasera del álabe para intentar obtener unos resultados con forma más redondeada.

Por último, comentar que el mecanizado se ha desarrollado por medio de **G1**, es decir, de manera que el centro de mecanizado estaba interpolando los valores linealmente. Esto puede provocar que existan pequeñas interrupciones entre el mecanizado de cada línea de código debido al procesamiento de los datos por parte de la máquina. Esto se podría haber solucionado utilizando interpolaciones circulares, tema que se tratará brevemente en el siguiente y último capítulo.

En conclusión, se puede estar satisfecho con el resultado desarrollado y es un proceso que queda abierto para seguir desarrollando.



CAPÍTULO 7

Proyección futura del proyecto

Una vez finalizada la explicación teórica y comentados los resultados, en este capítulo final se reflexionará sobre lo realizado durante este Trabajo Fin de Carrera y se comentarán las posibles líneas de investigación futura de este proyecto o las posibles vías de continuación.

7.1. Continuación del trabajo

Existen una serie de aspectos que podrían haberse continuado o introducido en este trabajo de no haber sido por falta de tiempo o material. El desarrollo de estos aspectos podrían ser de gran interés para complementar este proyecto.

7.1.1. Estudio de metrología

Sería conveniente analizar el número de pasadas exactas necesario para obtener acabados superficiales admisibles para la fabricación de una pieza como la que era objeto de este proyecto.

Para ello se podría haber recurrido a realizar una pieza con un acabado con mayor número de pasadas y su posterior estudio de metrología para establecer los perfiles de rugosidad de distintas partes del álabe y evaluar la rugosidad media.

7.1.2. Estudio de la viabilidad del proyecto

Otra vía de continuación del trabajo hubiera sido realizar un estudio de la viabilidad de la fabricación de piezas de estas características, evaluando los costes de operación y fabricación del álabe siguiendo esta metodología y compararlo con las existentes actualmente.

Para ello se hubiera necesitado estimar los costes de fabricación en el laboratorio, estudiando la relación óptima entre velocidad de producción y gasto de refrigerante para esta y el coste de operación de la maquina sumado al salario de un hipotético operario.

También se habría requerido estimar los costes de material base necesario para hacer la pieza en cuestión (ej.: superaleaciones base niquel).



7.1.3. Realización del desbaste con un método análogo al empleado para el acabado

Si bien es cierto que uno de los objetivos de este proyecto era desarrollar una metodología para obtener códigos G en máquinas de 5 ejes sin necesidad de programas CAM avanzados, si que se han utilizados software de este estilo para la parte del desbaste. Aunque los programas CAM usados eran las versiones más sencillas disponibles (programas de versión estudiantil gratuitos), estos no empleaban ni aprovechaban las ventajas de los grados de libertad de movimiento extra.

Por este motivo, sería un punto interesante para continuar desarrollar programas de desbaste de manera similar a lo realizado con el acabado. Un posible inicio para empezar a desarrollar esta parte sería la generación de códigos análogos a los del acabado, pero alejando la normal en pasadas de unos milímetros hasta que no exista tocho para mecanizar.

No obstante, La generación de un código de desbaste eficiente no sería una tarea sencilla y requeriría de numerosa optimización para eliminar movimientos innecesarios.

7.1.4. Realización de la pieza con superaleaciones

Una de las vías de continuación más ambiciosa de este proyecto sería la de utilizar todo lo desarrollado y aplicarlo a la fabricación de un prototipo utilizando superaleaciones propias del mundo aeronáutico. Sin embargo, este tipo de materiales son muy costosos y su obtención resulta compleja.

Por otro lado, su mecanizado es difícil y se necesitaría utilizar la máquina del departamento a su máximo nivel posible.

7.2. Líneas de investigación futura

La metodología aplizada ha resultado exitosa, no obstante podría ser objeto de mejoras.

En primer lugar, la generación de líneas de código es muy elevada ya que se genera una línea por cada punto tomado. Teniendo en cuenta que se tomaron 167 puntos para la primera sección y que estos se trasladaban y rotaban a lo largo de 20 secciones, se han generado más de 3500 líneas de código para un programa de acabado muy basto.

Si se requirieran 200 pasadas para dejar un acabado fino, la cifra de líneas de código se multiplicaría por 10, creándose un programa muy pesado. Para intentar solucionar esto, la principal vía de investigación futura de este proyecto sería la aplicación de interpolaciones circulares para aligerar el código.

Con la utilización de las interpolaciones circulares se podrían crear arcos que unieran dos puntos que no estuvieran consecutivos en la sección del álabe consiguiendo errores de posición muy pequeños con respecto al resto de puntos intermedios.

Este proceso habría requerido de su programación mediante hojas de cálculo de manera similar a lo realizado para obtener el programa de acabado.

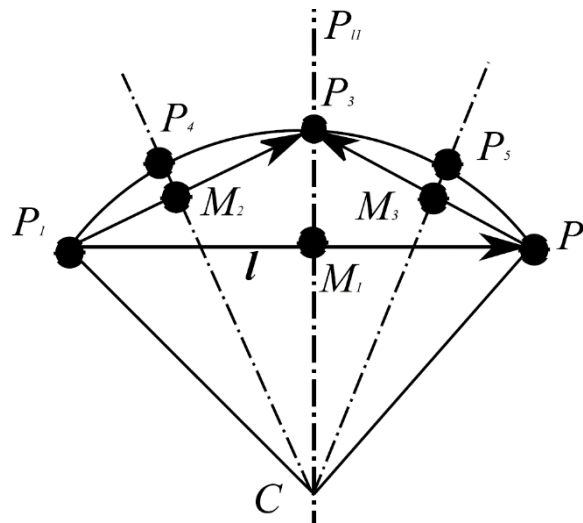


Figura 7. 1. Puntos de unión en el procedimiento de la interpolación circular

Fuente: [3]

Para este desarrollo se podría desarrollar un algoritmo actuara de la siguiente manera:

1. Unión de los puntos 1 y 2
2. Mediatriz en esta línea de unión
3. Tangente a la superficie de los puntos 1 y 2
4. Perpendicular a la tangente de esos puntos (Normal) por los puntos hasta cortar la línea mediatriz
5. Realizar un arco desde dónde las normales cortan la mediatriz con radio hasta el punto 1 o 2 hasta la mediatriz
6. Si los dos arcos cortan la mediatriz por el mismo punto se ha obtenido la interpolación circular, sino desplazar la mediatriz en uno de los dos sentidos y repetir los arcos hasta que lo hagan

De esta manera se podría programar mediante interpolaciones circulares por **G2** o **G3** mejorando el acabado, además, al actuar de esta manera se reducirían las líneas de código en aproximadamente 6 veces.



Con esto se dan por finalizadas no sólo las posibles vías de continuación del proyecto, sino también el proyecto en cuestión. De esta manera se ha intentado cerrar un proyecto que haya servido para inspeccionar nuevos procedimientos y que a su vez que valga para sentar las bases de futuros estudios y motive la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con el mecanizado con máquinas herramientas de 5 ejes.



Anexo A

A.1. Índice de figuras

1.1	Lagun L650
1.2	Esquema de un turborreactor
2.1	Plano de planta del ELDI
2.2	Micrómetro digital y reloj comparador
2.3	Ejes de coordenadas Lagun L650
2.4	1º paso calibración
2.5	2º paso calibración
2.6	3º paso calibración
2.7	Medidas micrómetro digital eje X
2.8	Medidas micrómetro digital eje Y
3.1	Pierre Bézier
3.2	Condiciones para continuidad geométrica de segundo orden
3.3	Línea de curvatura y otros parámetros
3.4.a	Splines de estilo superior e inferior que definen el álabe junto a la línea de curvatura
3.4.b	Área de sección de álabe
3.5	Sección del álabe sobre la base del tocho
3.6	Soportes superior e inferior de un álabe.
3.7	Vista lateral rotor-estátor
3.8	1º paso construcción tridimensional del álabe
3.9	2º paso construcción tridimensional del álabe
3.10	3º paso construcción tridimensional del álabe
3.11	4º paso construcción tridimensional del álabe
3.12	5º paso construcción tridimensional del álabe
3.13	6º paso construcción tridimensional del álabe
3.14	Vista del álabe II
3.15	Vista del álabe III
3.16	Vista del álabe IV
3.17	Vista del álabe V
4.1	Diseño del tocho. A la izquierda el apoyo de hierro y a la derecha el tocho de aluminio
4.2	Proceso de obtención del tocho
5.1	Condiciones de corte en SolidWorks
5.2	Soporte para mecanizar
5.3	Geometría del álabe y direcciones de desbaste
5.4	Representación del entorno de trabajo

5.5	Panel de control de SolidWorks CAM con los pasos a seguir
5.6	Imagen del tocho a mecanizar (naranja) con la silueta del álabe en SolidWorks
5.7	. Vista frontal e isométrica del tocho inclinado y de los ejes de coordenadas
5.8	Parámetros primera operación de desbaste
5.9	Visualización de las trayectorias de la punta de la fresa, tocho desbastado según el programa y el tocho en medio de la operación con la fresa mecanizando
5.10	Traslación del centro I
5.11	Primera operación de desbaste
5.12	Plano medio divisor cóncavo/convexo
5.13	Tocho desbaste parte cóncava y convexa
5.14	Origen de coordenadas parte cóncava
5.15	Parámetros Nivel Z parte cóncava
5.16	Trayectorias y desbaste parte cóncava
5.17	Vista del ángulo entre planos I
5.18	Vistas del ángulo entre planos II
5.19	Traslación del centro II
5.20	Soporte para el mecanizado
5.21	Resultados mecanizado parte cóncava
5.22	Orientación mecanizado parte convexa
5.23	Mecanizado de la parte convexa
5.24	Organización del programa unido
6.1	Captura del álabe y mapa de bits
6.2	Origen de coordenadas en mm
6.3	Sección del álabe mediante los puntos tomados
6.4	Gráfica de puntos reales e interpolados
6.5	Vectores tangente y normal a una curva
6.6	Vector V de unión entre un punto en la base y su homólogo en la sección superior
6.7	Orientación de herramienta respecto a la pieza
6.8	Posición de la herramienta en la base del álabe
6.9	Posición fresa-álabe
6.10	Giros para la cinemática inversa
6.11	Punta inferior del álabe
6.12	Parámetros de la impresión 3D
6.13	Acabado superficial en pieza de aluminio con programa de 20 secciones
7.1	Puntos de unión en el procedimiento de la interpolación circular



A.2. Índice de ecuaciones

2.1	Corrección de B
2.2	Obtención de centro del eje X
5.1	Velocidad de rotación en función de velocidad de corte y diámetro de la fresa
5.2	Velocidad de avance en función del avance por diente la velocidad de rotación y el número de dientes
5.3	Obtención nuevo centro de coordenada X. Traslación I
5.4	Obtención nuevo centro de coordenada X. Traslación I
5.5	Nuevo centro traslación I
5.6	Nuevo centro traslación II
6.1	Ratio mm/pixel
6.2	Longitud de cuerda
6.3	Cambio de coordenadas pixel a mm coordenada X
6.4	Cambio de coordenadas pixel a mm coordenada Y
6.5	Distancia entre puntos
6.6	Distancia acumulada hasta un punto j
6.7	Distancia acumulada total
6.8	Longitud de arco normalizada en un punto j
6.9	Polinomio tipo de grado n
6.10	Sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes de un polinomio aproximador
6.11	Forma matricial del sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes de un polinomio aproximador
6.12	Forma matricial del sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes de un polinomio aproximador para nuestro caso particular
6.13	Forma matricial simplificada del sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes de un polinomio aproximador para nuestro caso particular
6.14	Resolución sistema de ecuaciones en forma matricial
6.15	Dimensiones de una matriz producto de otras dos
6.16	Propiedades del producto de una matriz por su traspuesta
6.17	Resolución sistema de ecuaciones en forma matricial para nuestro caso particular
6.18	Forma matricial simplificada del sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes de un polinomio aproximador para nuestro caso particular con $n \neq m$
6.19	Resolución sistema de ecuaciones en forma matricial para nuestro caso particular, coordenada x

6.20	Resolución sistema de ecuaciones en forma matricial para nuestro caso particular, coordenada x
6.21	Obtención de la coordenada X interpolada
6.22	Obtención de la coordenada Y interpolada
6.23	Polinomios interpoladores curva superior
6.24	Polinomios interpoladores curva inferior
6.25	Error relativo
6.26	Error medio
6.27	Obtención de la coordenada X' interpolada
6.28	Obtención de la coordenada Y' interpolada
6.29	Vector tangente
6.30	Módulo de un vector
6.31	Vector normal a una curva
6.32	Matriz de rotación en Y
6.33	Matriz de rotación en Z
6.34	Valores puntos j en la sección superior
6.35	Coordenadas relativa origen de coordenadas reales
6.36	Incremento de cota en la sección superior
6.37	Vector V
6.38	Vector normal a la superficie sin normalizar
6.39	Vector normal a la superficie sin normalizar descompuesto
6.40	Módulo del vector normal a la superficie
6.41	Vector normal a la superficie normalizado
6.42	Vector binormal
6.43	Vector binormal descompuesto
6.44	Módulo vector V/b
6.45	Velocidad de corte en función del ángulo de inclinación de la herramienta
6.46	Vector de orientación de la herramienta
6.47	Módulo del vector orientación de la herramienta
6.48	Resultado del módulo del vector orientación de la herramienta
6.49	Vector de posición de la herramienta
6.50	Vector de posición de los puntos del álabe
6.51	Incremento de cota global
6.52	Incremento de cota en función de la sección actual y el número total de secciones
6.53	Giro en Z en la sección actual
6.54	Giro en Y en la sección actual
6.55	Vector de posición de los puntos del álabe dependiendo de la sección actual
6.56	Matriz de rotación de Z en la sección actual
6.57	Matriz de rotación de Y en la sección actual
6.58	Matriz de rotación conjunta en la sección actual
6.59	Vector de orientación de la herramienta en la sección actual
6.60	Vector normal en la sección actual



6.61	Vector de posición de la herramienta en todos los puntos del álabe
6.62	Ángulo C en un punto del álabe
6.63	Ángulo B en un punto del álabe
6.64	Matriz de rotación para la cinemática inversa en C de un punto
6.65	Matriz de rotación para la cinemática inversa en B de un punto
6.66	Matriz de rotación conjunta para la cinemática inversa de un punto
6.67	Vector de posición de la herramienta con la cinemática inversa aplicada
6.68	Igualdad vector de posición de la herramienta invertido y coordenadas máquina
6.69	Primera rotación del vector posición de la herramienta
6.70	Segunda rotación del vector posición de la herramienta

A.3. Índice de tablas

6.1	Valores de todos los parámetros calculados
6.2	Matriz [U] para la curva superior
6.3	Matriz [U] para la curva inferior
6.4	Comparación error relativo y absoluto
6.5	Comparativa de errores en polinomios de distinto grado
6.6	Coeficientes de los polinomios derivados

A.3. Índice de vídeos

1	Álabe de aluminio desbastado: https://youtu.be/LuTd3fEfLxc
2	Prueba de acabado en vacío: https://youtu.be/OodrXtB-zLA
3	Coeficientes de los polinomios derivados https://youtu.be/2IRbFy2fEKQ

Anexo B: Valores calculados para obtener el polinomio aproximador

P U N T O	Coordenada real (píxeles)		Coordenada real (mm)		Distancia entre puntos y acumulada			Coordenadas con el polinomio aproximador	
n	x _b	y _b	x _{mm}	y _{mm}	d	D	u	x _{int} (n=9,6)*	y _{int} (n=9,6)*
-	-	-	(6.3)	(6.4)	(6.5)	(6.6)	(6.8)	(6.20) (matriz columna)	(6.21) (matriz columna)
1	82	206	0	0	0,000	0,0000	0,000	-0,0611	-0,092
2	80	200	-0,099	0,297	0,313	0,3135	0,003	-0,1180	0,272
3	79	197	-0,149	0,446	0,157	0,4702	0,004	-0,1303	0,447
4	79	193	-0,149	0,644	0,198	0,6684	0,006	-0,1317	0,661
5	80	188	-0,099	0,892	0,253	0,9212	0,008	-0,1122	0,925
6	80	182	-0,099	1,189	0,297	1,2185	0,011	-0,0611	1,221
7	81	178	-0,050	1,388	0,204	1,4229	0,012	-0,0101	1,417
8	83	174	0,050	1,586	0,222	1,6445	0,014	0,0587	1,623
9								0,1335	1,806
9	84	170	0,099	1,784	0,204	1,849	0,016	0,1978	1,943
10	85	167	0,149	1,933	0,157	2,006	0,017	0,3448	2,210
11	89	162	0,347	2,181	0,317	2,323	0,020	0,4961	2,443
12	92	157	0,496	2,429	0,289	2,612	0,023	0,6794	2,688
13	96	152	0,694	2,676	0,317	2,929	0,025	0,9239	2,972
14	101	146	0,942	2,974	0,387	3,316	0,029	1,0651	3,121
15	104	143	1,090	3,122	0,210	3,527	0,031	1,1893	3,244
16	106	140	1,189	3,271	0,179	3,705	0,032	1,3170	3,365
17	109	138	1,338	3,370	0,179	3,884	0,034	1,4715	3,503
18	112	135	1,487	3,519	0,210	4,094	0,035	1,6586	3,662
19	116	132	1,685	3,668	0,248	4,342	0,038	1,7440	3,731
20	118	131	1,784	3,717	0,111	4,453	0,039	2,2761	4,131



21	128	122	2,280	4,163	0,667	5,120	0,044	2,7224	4,432
22	137	116	2,726	4,461	0,536	5,656	0,049	3,1218	4,682
23	145	111	3,122	4,708	0,468	6,123	0,053	3,6635	4,997
24	156	105	3,668	5,006	0,621	6,744	0,058	4,3139	5,346
25	169	98	4,312	5,353	0,732	7,476	0,065	4,5129	5,448
26	173	96	4,510	5,452	0,222	7,698	0,067	4,8737	5,626
27	180	92	4,857	5,650	0,400	8,097	0,070	5,3777	5,863
28	190	87	5,353	5,898	0,554	8,652	0,075	5,9684	6,124
29	202	82	5,947	6,146	0,644	9,296	0,081	6,5043	6,347
30	213	78	6,493	6,344	0,580	9,876	0,086	7,2501	6,635
31	228	72	7,236	6,641	0,801	10,677	0,092	8,0316	6,909
32	244	67	8,029	6,889	0,831	11,507	0,100	8,9714	7,200
33	263	61	8,971	7,187	0,988	12,495	0,108	9,6543	7,384
34	277	58	9,665	7,335	0,710	13,205	0,114	10,4960	7,578
35	294	54	10,507	7,533	0,866	14,070	0,122	11,2886	7,726
36	310	51	11,300	7,682	0,807	14,877	0,129	12,3808	7,874
37	332	48	12,391	7,831	1,100	15,977	0,138	13,4271	7,951
38	353	46	13,431	7,930	1,046	17,023	0,147	14,2734	7,966
39	370	46	14,274	7,930	0,843	17,866	0,155	15,0700	7,939
40	386	46	15,067	7,930	0,793	18,659	0,162	15,8653	7,871
41	402	47	15,860	7,880	0,795	19,453	0,169	16,6112	7,768
42	417	49	16,603	7,781	0,750	20,203	0,175	17,3576	7,626
43	432	52	17,347	7,633	0,758	20,961	0,182	18,0941	7,444
44	447	55	18,090	7,484	0,758	21,719	0,188	18,6351	7,283
45	458	58	18,635	7,335	0,565	22,284	0,193	19,3721	7,023
46	473	63	19,379	7,087	0,784	23,068	0,200	20,0654	6,735
47	487	69	20,073	6,790	0,755	23,823	0,206	20,7588	6,399
48	501	76	20,767	6,443	0,776	24,599	0,213	21,5448	5,956
49	517	85	21,560	5,997	0,910	25,509	0,221	22,2859	5,473
50	532	95	22,303	5,501	0,893	26,402	0,229	22,9862	4,950
51	546	106	22,997	4,956	0,882	27,285	0,236	23,4939	4,527
52	556	115	23,492	4,510	0,667	27,951	0,242	24,3302	3,741
53	573	131	24,335	3,717	1,157	29,108	0,252	24,7865	3,260
54	582	141	24,781	3,222	0,667	29,775	0,258	25,3377	2,624

55	593	154	25,326	2,577	0,844	30,619	0,265	25,8835	1,932
56	604	168	25,871	1,883	0,882	31,502	0,273	26,2804	1,386
57	612	179	26,268	1,338	0,674	32,176	0,279	26,8411	0,548
58	623	196	26,813	0,496	1,004	33,179	0,287	27,2769	-0,158
59	632	210	27,259	-0,198	0,825	34,004	0,295	27,6248	-0,758
60	639	222	27,606	-0,793	0,689	34,693	0,301	27,9595	-1,367
61	646	234	27,953	-1,388	0,689	35,381	0,306	28,2512	-1,921
62	652	245	28,250	-1,933	0,621	36,002	0,312	28,6032	-2,620
63	659	259	28,597	-2,627	0,776	36,778	0,319	28,8471	-3,122
64	664	269	28,845	-3,122	0,554	37,332	0,323	29,1979	-3,871
65	671	284	29,192	-3,866	0,820	38,153	0,330	29,4046	-4,324
66	677	292	29,489	-4,262	0,496	38,648	0,335	29,7242	-5,044
67	682	307	29,737	-5,006	0,784	39,432	0,342	30,0429	-5,780
68	688	322	30,035	-5,749	0,801	40,233	0,349	30,2336	-6,230
69	692	331	30,233	-6,195	0,488	40,721	0,353	30,4643	-6,782
70	697	342	30,481	-6,740	0,599	41,319	0,358	30,8675	-7,767
71	705	362	30,877	-7,732	1,068	42,387	0,367	31,1061	-8,362
72	710	374	31,125	-8,326	0,644	43,031	0,373	31,3748	-9,042
73	715	388	31,373	-9,020	0,737	43,768	0,379	31,6617	-9,783
74	721	403	31,670	-9,764	0,801	44,569	0,386	31,9593	-10,567
75	727	419	31,968	-10,557	0,847	45,416	0,393	32,2290	-11,294
76	732	434	32,215	-11,300	0,784	46,199	0,400	32,5294	-12,127
77	738	451	32,513	-12,143	0,893	47,093	0,408	32,7710	-12,816
78	743	465	32,761	-12,837	0,737	47,830	0,414	33,0366	-13,596
79	748	481	33,008	-13,630	0,831	48,661	0,422	33,2944	-14,381
80	753	497	33,256	-14,423	0,831	49,491	0,429	33,5769	-15,274
81	759	515	33,554	-15,315	0,940	50,432	0,437	33,8496	-16,174
82	765	533	33,851	-16,207	0,940	51,372	0,445	34,0960	-17,020
83	770	550	34,099	-17,049	0,878	52,250	0,453	34,3352	-17,872
84	775	567	34,347	-17,892	0,878	53,129	0,460	34,5809	-18,774
85	780	585	34,594	-18,784	0,926	54,054	0,468	34,8617	-19,833
86	786	606	34,892	-19,825	1,082	55,137	0,478	35,0703	-20,634



87	790	622	35,090	- 20,618	0,817	55,954	0,485	35,3162	-21,589
88	795	641	35,338	- 21,560	0,974	56,928	0,493	35,5082	-22,342
89	799	656	35,536	- 22,303	0,769	57,698	0,500	35,7205	-23,187
90	803	673	35,734	- 23,145	0,866	58,563	0,507	35,9583	-24,170
91	807	693	35,933	- 24,137	1,011	59,574	0,516	36,1134	-24,857
92	810	707	36,081	- 24,831	0,710	60,284	0,522	36,2775	-25,683
93	813	724	36,230	- 25,673	0,856	61,139	0,530	36,3703	-26,265
94	815	736	36,329	- 26,268	0,603	61,742	0,535	36,4528	-27,086
95	817	753	36,428	- 27,110	0,848	62,590	0,542	36,4653	-27,475
96	818	761	36,478	- 27,507	0,400	62,990	0,546	36,4588	-27,815
97	818	768	36,478	- 27,854	0,347	63,337	0,549	36,4383	-28,109
98	818	774	36,478	- 28,151	0,297	63,634	0,551	36,3854	-28,507
99	817	782	36,428	- 28,548	0,400	64,034	0,555	36,3236	-28,811
100	816	788	36,379	- 28,845	0,301	64,335	0,557	36,2154	-29,197
101	813	795	36,230	- 29,192	0,377	64,713	0,561	36,1234	-29,455
102	809	798	36,032	- 29,341	0,248	64,961	0,563	36,019	-29,489
103	803	797	35,734	- 29,291	0,301	65,262	0,565	35,722	-29,297
104	799	794	35,536	- 29,143	0,248	65,510	0,567	35,568	-29,106
105	794	789	35,288	- 28,895	0,350	65,860	0,571	35,358	-28,831
106	790	783	35,090	- 28,597	0,357	66,218	0,574	35,152	-28,545
107	787	779	34,941	- 28,399	0,248	66,466	0,576	35,015	-28,344
108	784	774	34,793	- 28,151	0,289	66,755	0,578	34,858	-28,106
109	781	768	34,644	- 27,854	0,332	67,087	0,581	34,684	-27,828
110	776	758	34,396	- 27,358	0,554	67,641	0,586	34,405	-27,357
111	770	747	34,099	- 26,813	0,621	68,262	0,591	34,109	-26,819
112	766	737	33,900	- 26,317	0,534	68,796	0,596	33,865	-26,349
113	760	724	33,603	- 25,673	0,710	69,506	0,602	33,555	-25,715
114	756	715	33,405	- 25,227	0,488	69,994	0,606	33,348	-25,275
115	747	696	32,959	- 24,285	1,042	71,036	0,615	32,922	-24,326

116	738	676	32,513	- 23,294	1,087	72,123	0,625	32,490	-23,327
117	732	662	32,215	- 22,600	0,755	72,878	0,631	32,194	-22,631
118	726	649	31,918	- 21,956	0,710	73,587	0,637	31,915	-21,977
119	720	635	31,621	- 21,262	0,755	74,342	0,644	31,616	-21,281
120	709	612	31,075	- 20,122	1,264	75,606	0,655	31,105	-20,122
121	703	599	30,778	- 19,478	0,710	76,315	0,661	30,809	-19,475
122	695	584	30,382	- 18,734	0,843	77,158	0,668	30,449	-18,712
123	689	570	30,084	- 18,041	0,755	77,913	0,675	30,115	-18,033
124	679	552	29,589	- 17,148	1,021	78,933	0,684	29,646	-17,124
125	670	535	29,143	- 16,306	0,953	79,887	0,692	29,188	-16,285
126	661	520	28,696	- 15,562	0,867	80,754	0,700	28,754	-15,533
127	651	503	28,201	- 14,720	0,978	81,731	0,708	28,243	-14,697
128	642	488	27,755	- 13,977	0,867	82,598	0,716	27,770	-13,967
129	631	472	27,210	- 13,184	0,962	83,561	0,724	27,223	-13,173
130	620	456	26,664	- 12,391	0,962	84,523	0,732	26,651	-12,396
131	608	441	26,070	- 11,647	0,952	85,475	0,740	26,061	-11,645
132	593	422	25,326	- 10,705	1,200	86,675	0,751	25,284	-10,729
133	579	406	24,632	-9,912	1,054	87,728	0,760	24,569	-9,954
134	563	390	23,839	-9,119	1,121	88,850	0,770	23,776	-9,164
135	546	375	22,997	-8,376	1,124	89,973	0,779	22,948	-8,411
136	525	358	21,956	-7,533	1,339	91,313	0,791	21,918	-7,570
137	502	342	20,816	-6,740	1,389	92,701	0,803	20,800	-6,770
138	481	329	19,775	-6,096	1,224	93,925	0,814	19,775	-6,129
139	460	318	18,734	-5,551	1,175	95,100	0,824	18,756	-5,576
140	434	307	17,446	-5,006	1,399	96,499	0,836	17,500	-5,000
141	411	299	16,306	-4,609	1,207	97,706	0,846	16,381	-4,578
142	388	292	15,166	-4,262	1,192	98,898	0,857	15,248	-4,229
143	369	288	14,224	-4,064	0,962	99,860	0,865	14,312	-3,997
144	349	284	13,233	-3,866	1,011	100,871	0,874	13,313	-3,798
145	332	281	12,391	-3,717	0,856	101,727	0,881	12,455	-3,663
146	314	278	11,498	-3,568	0,904	102,631	0,889	11,538	-3,552



147	296	276	10,606	-3,469	0,898	103,529	0,897	10,621	-3,468
148	281	275	9,863	-3,420	0,745	104,274	0,903	9,857	-3,415
149	263	273	8,971	-3,321	0,898	105,171	0,911	8,933	-3,366
150	245	271	8,079	-3,222	0,898	106,069	0,919	8,011	-3,325
151	228	271	7,236	-3,222	0,361	110,959	0,961	7,150	-3,287
152	215	270	6,592	-3,172	0,253	111,211	0,963	6,496	-3,251
153	196	269	5,650	-3,122	0,470	111,682	0,967	5,554	-3,180
154	178	267	4,758	-3,023	0,470	112,152	0,972	4,676	-3,076
155	159	265	3,816	-2,924	0,443	112,595	0,975	3,779	-2,912
156	154	264	3,568	-2,875	0,496	113,091	0,980	3,545	-2,856
157	147	262	3,222	-2,775	0,361	110,959	0,961	3,217	-2,765
158	142	261	2,974	-2,726	0,253	111,211	0,963	2,991	-2,693
159	133	258	2,528	-2,577	0,470	111,682	0,967	2,578	-2,541
160	124	255	2,082	-2,429	0,470	112,152	0,972	2,178	-2,360
161	116	251	1,685	-2,230	0,443	112,595	0,975	1,814	-2,161
162	108	245	1,289	-1,933	0,496	113,091	0,980	1,423	-1,901
163	101	238	0,942	-1,586	0,491	113,581	0,984	1,054	-1,601
164	95	231	0,644	-1,239	0,457	114,038	0,988	0,729	-1,279
165	89	222	0,347	-0,793	0,536	114,574	0,992	0,371	-0,843
166	85	212	0,149	-0,297	0,534	115,108	0,997	0,044	-0,341
167	82	206	0,000	0,000	0,332	115,441	1,000	-0,144	0,010

**Valores redondeados al tercer decimal para facilidad de lectura de la tabla*

Anexo C: Programa de acabado para 20 secciones

N05S1000F300M3	N420X-201.735Y13.613Z-52.486B55.661C-130.501	N850X-198.97Y-9.33Z-53.745B54.678C-186.382
N10G90M11M13	N430X-203.401Y13.451Z-55.037B56.276C-132.92	N860X-197.981Y-10.152Z-52.444B54.337C-186.758
N15G1250B90	N440X-204.947Y13.296Z-57.457B56.852C-135.261	N870X-196.926Y-11.037Z-51.073B53.973C-187.065
N20G1X-119.752Y-4.586	N450X-206.468Y13.135Z-59.895B57.426C-137.679	N880X-195.681Y-12.096Z-49.477B53.542C-187.299
N30X-81.23Y-13.269Z38.831B22.759C-9.545	N460X-207.934Y12.966Z-62.301B57.984C-140.141	N890X-194.736Y-12.911Z-48.281B53.214C-187.396
N40X-89.575Y-4.793Z36.224B25.492C-32.096	N470X-208.981Y12.835Z-64.057B58.387C-142	N900X-193.606Y-13.89Z-46.87B52.822C-187.462
N50X-92.819Y-2.929Z35.033B26.342C-36.923	N480X-210.36Y12.641Z-66.419B58.921C-144.601	N910X-192.709Y-14.659Z-45.764B52.515C-187.534
N60X-97.54Y-0.653Z33.179B27.521C-42.73	N490X-211.593Y12.439Z-68.587B59.404C-147.122	N920X-191.693Y-15.498Z-44.521B52.176C-187.733
N70X-104.276Y2.046Z30.309B29.145C-49.585	N500X-212.751Y12.213Z-70.677B59.861C-149.713	N930X-190.476Y-16.399Z-43.045B51.795C-188.334
N80X-112.726Y4.862Z26.344B31.142C-56.822	N510X-213.953Y11.919Z-72.918B60.339C-152.732	N940X-189.581Y-16.941Z-41.961B51.542C-189.183
N90X-118.574Y6.557Z23.361B32.516C-61.28	N520X-214.957Y11.596Z-74.838B60.74C-155.647	N950X-188.408Y-17.425Z-40.539B51.256C-190.962
N100X-124.76Y8.182Y9.986B33.973C-65.665	N530X-215.766Y11.239Z-76.453B61.064C-158.45	N960X-187.476Y-17.596Z-39.405B51.067C-192.919
N110X-130.204Y9.488Z16.823B35.262C-69.321	N540X-216.257Y10.944Z-77.47B61.259C-160.5	N970X-185.912Y-17.475Z-37.497B50.802C-197.019
N120X-134.164Y10.378Z14.403B36.207C-71.892	N550X-216.861Y10.374Z-78.805B61.496C-163.884	N980X-185.027Y-17.216Z-36.42B50.668C-199.617
N130X-141.536Y11.915Z9.621B37.985C-76.537	N560X-217.07Y10.013Z-79.327B61.575C-165.717	N990X-184.157Y-16.858Z-35.367B50.539C-202.261
N140X-147.461Y13.046Z5.498B39.437C-80.19	N570X-217.198Y9.521Z-79.736B61.618C-167.898	N1000X-183.325Y-16.44Z-34.366B50.415C-204.825
N150X-153.127Y14.043Z1.306B40.849C-83.661	N580X-217.178Y8.966Z-79.88B61.598C-169.998	N1010X-182.069Y-15.704Z-32.868B50.221C-208.694
N160X-158.95Y14.979Z-3.279B42.329C-87.254	N590X-217.065Y8.516Z-79.808B61.544C-171.473	N1020X-181.011Y-15.013Z-31.621B50.047C-211.909
N170X-161.668Y15.382Z-5.522B43.032C-88.956	N600X-216.755Y7.804Z-79.439B61.405C-173.453	N1030X-179.555Y-13.993Z-29.93849.79C-216.232
N180X-163.759Y15.675Z-7.297B43.578C-90.283	N610X-216.388Y7.185Z-78.929B61.246C-174.887	N1035G91Z50
N190X-165.666Y15.929Z-8.953B44.081C-91.51	N620X-216.014Y6.646Z-78.38B61.087C-175.953	N1045G90
N200X-167.695Y16.182Z-10.76B44.623C-92.84	N630X-215.584Y6.089Z-77.733B60.907C-176.903	N1050X-162.887Y23.602Z-15.291B40.859C-337.591
N210X-169.821Y16.426Z-12.702B45.196C-94.265	N640X-215.155Y5.572Z-77.078B60.729C-177.665	N1060X-162.747Y23.403Z-15.15B40.688C-338.924
N220X-170.687Y16.519Z-13.51B45.432C-94.858	N650X-214.57Y4.909Z-76.178B60.489C-178.497	N1070X-162.54Y23.097Z-14.942B40.456C-340.7
N230X-174.981Y16.894Z-17.663B46.625C-97.936	N660X-214.123Y4.425Z-75.488B60.307C-179.015	N1080X-162.314Y22.763Z-14.72B40.23C-342.38
N240X-177.53Y17.024Z-20.269B47.355C-99.928	N670X-213.423Y3.694Z-74.409B60.026C-179.677	N1090X-162.148Y22.519Z-14.558B40.079C-343.469
N250X-179.27Y17.049Z-22.127B47.868C-101.406	N680X-212.982Y3.245Z-73.729B59.849C-180.022	N1100X-161.944Y22.226Z-14.362B39.908C-344.662
N260X-181.07Y16.99Z-24.135B48.415C-103.092	N690X-212.26Y2.526Z-72.622B59.563C-180.495	N1110X-161.696Y21.877Z-14.127B39.718C-345.934
N270X-182.666Y16.829Z-26.017B48.92C-104.791	N700X-211.496Y1.781Z-71.46B59.263C-180.9	N1120X-161.246Y21.279Z-13.709B39.416C-347.825
N280X-183.07Y16.766Z-26.512B49.052C-105.262	N710X-211.021Y1.324Z-70.741B59.078C-181.117	N1130X-160.69Y20.594Z-13.204B39.095C-349.623
N290X-183.731Y16.642Z-27.34B49.271C-106.074	N720X-210.429Y0.76Z-69.851B58.848C-181.357	N1140X-160.168Y20Z-12.74B38.831C-350.917
N300X-184.542Y16.452Z-28.388B49.548C-107.144	N730X-209.357Y-0.249Z-68.254B58.435C-181.742	N1150X-159.415Y19.213Z-12.084B38.496C-352.305
N310X-185.394Y16.217Z-29.522B49.845C-108.342	N740X-208.702Y-0.858Z-67.289B58.185C-181.96	N1160X-158.86Y18.677Z-11.61B38.274C-353.057
N320X-186.126Y16.001Z-30.516B50.104C-109.407	N750X-207.949Y-1.553Z-66.189B57.9C-182.21	N1170X-157.587Y17.555Z-10.543B37.816C-354.164
N330X-187.145Y15.706Z-31.912B50.467C-110.898	N760X-207.126Y-2.305Z-64.998B57.591C-182.495	N1180X-156.151Y16.422Z-9.369B37.36C-354.682
N340X-188.269Y15.413Z-33.45B50.867C-112.505	N770X-206.253Y-3.096Z-63.746B57.266C-182.821	N1190X-155.106Y15.657Z-8.528B37.054C-354.708
N350X-189.738Y15.091Z-35.456B51.386C-114.532	N780X-205.442Y-3.821Z-62.596B56.967C-183.155	N1200X-154.096Y14.954Z-7.727B36.772C-354.513
N360X-190.895Y14.878Z-37.034B51.793C-116.08	N790X-204.514Y-4.642Z-61.29B56.629C-183.576	N1210X-153.004Y14.22Z-6.869B36.48C-354.094
N370X-192.417Y14.639Z-39.119B52.328C-118.077	N800X-203.744Y-5.313Z-60.217B56.351C-183.954	N1220X-151.157Y13.018Z-5.439B36.008C-352.968
N380X-193.933Y14.434Z-41.212B52.861C-120.045	N810X-202.869Y-6.066Z-59.009B56.039C-184.408	N1230X-150.124Y12.354Z-4.647B35.753C-352.13
N390X-196.12Y14.177Z-44.277B53.635C-122.888	N820X-201.986Y-6.816Z-57.798B55.727C-184.882	N1240X-148.912Y11.572Z-3.726B35.459C-350.969
N400X-198.284Y13.95Z-47.377B54.408C-125.748	N830X-200.973Y-7.666Z-56.424B55.372C-185.422	N1250X-147.85Y10.875Z-2.922B35.205C-349.79
N410X-200.059Y13.774Z-49.978B55.05C-128.157	N840X-199.945Y-8.522Z-55.042B55.015C-185.942	N1260X-146.461Y9.936Z-1.877B34.877C-348.013



N1270X-145.229Y9.06Z-0.952B34.587C-346.185	N1790X-123.517Y7.68Z17.678B34.066C-63.533	N2310X-212.166Y6.689Z-76.586B60.319C-175.094
N1280X-144.174Y8.261Z-0.159B34.34C-344.396	N1800X-128.697Y9.015Z14.67B35.305C-67.236	N2320X-211.738Y6.136Z-75.964B60.142C-176.052
N1290X-143.073Y7.357Z0.673B34.081C-342.247	N1810X-132.476Y9.927Z12.366B36.214C-69.843	N2330X-211.308Y5.621Z-75.332B59.967C-176.82
N1300X-142.186Y6.554Z1.35B33.87C-340.232	N1820X-139.532Y11.504Z7.808B37.927C-74.557	N2340X-210.722Y4.961Z-74.46B59.731C-177.66
N1310X-141.314Y5.659Z2.027B33.66C-337.881	N1830X-145.222Y12.666Z3.874B39.329C-78.267	N2350X-210.272Y4.479Z-73.791B59.551C-178.183
N1320X-140.575Y4.763Z2.619B33.477C-335.411	N1840X-150.676Y13.694Z-0.129B40.693C-81.794	N2360X-209.568Y3.75Z-72.741B59.272C-178.852
N1330X-139.992Y3.876Z3.112B33.327C-332.851	N1850X-156.294Y14.661Z-4.511B42.125C-85.444	N2370X-209.123Y3.303Z-72.079B59.098C-179.201
N1340X-139.494Y2.763Z3.586B33.186C-329.456	N1860X-158.92Y15.078Z-6.656B42.805C-87.173	N2380X-208.394Y2.585Z-71B58.814C-179.679
N1350X-139.305Y1.793Z3.85B33.114C-326.313	N1870X-160.942Y15.382Z-8.353B43.334C-88.521	N2390X-207.623Y1.843Z-69.865B58.515C-180.089
N1360X-139.39V0.774Z3.956B33.096C-322.797	N1880X-162.787Y15.646Z-9.937B43.821C-89.768	N2400X-207.143Y1.386Z-69.162B58.331C-180.308
N1370X-139.806Y0.0.227Z3.858B33.148C-319.096	N1890X-164.752Y15.909Z-11.664B44.344C-91.118	N2410X-206.545Y0.824Z-68.292B58.102C-180.552
N1380X-140.778Y1.1.383Z3.442B33.312C-314.46	N1900X-166.812Y16.164Z-13.522B44.899C-92.565	N2420X-205.46Y-0.183Z-66.73B57.691C-180.942
N1390X-142.371Y-2.527Z2.634B33.609C-309.42	N1910X-167.651Y16.26Z-14.294B45.128C-93.167	N2430X-204.798Y-0.791Z-65.786B57.443C-181.164
N1400X-144.278Y3.4.79Z1.584B33.981C-304.823	N1920X-171.814Y16.656Z-18.263B46.281C-96.29	N2440X-204.036Y-1.485Z-64.71B57.158C-181.418
N1410X-146.529Y4.4.336Z0.278B34.432C-300.331	N1930X-174.286Y16.798Z-20.751B46.987C-98.311	N2450X-203.204Y-2.235Z-63.545B56.851C-181.707
N1420X-149.67Y-5.282Z1.628B35.075C-294.976	N1940X-175.973Y16.83Z-22.522B47.482C-99.81	N2460X-202.322Y-3.024Z-62.322B56.527C-182.039
N1430X-152.669Y-6.036Z-3.52B35.696C-290.452	N1950X-177.716Y16.78Z-24.435B48.009C-101.518	N2470X-201.503Y-3.748Z-61.198B56.23C-182.377
N1440X-155.755Y-6.734Z-5.523B36.336C-286.174	N1960X-179.259Y16.625Z-6.221B48.494C-103.238	N2480X-200.566Y-4.566Z-59.924B55.894C-182.804
N1450X-158.23Y-7.276Z-7.162B36.847C-282.925	N1970X-179.649Y16.564Z-26.691B48.62C-103.715	N2490X-199.79Y-5.235Z-58.877B55.619C-183.188
N1460X-160.707Y-7.836Z-8.818B37.351C-279.774	N1980X-180.287Y16.443Z-27.475B48.83C-104.537	N2500X-198.909Y-5.986Z-57.699B55.309C-183.649
N1470X-162.624Y-8.316Z-10.097B37.728C-277.361	N1990X-181.068Y16.257Z-28.466B49.094C-105.619	N2510X-198.019Y-6.733Z-56.519B54.999C-184.129
N1480X-164.39Y-8.841Z-11.252B38.057C-275.111	N2000X-181.888Y16.025Z-29.537B49.377C-106.831	N2520X-196.999Y-7.581Z-55.18B54.648C-184.677
N1490X-165.793Y-9.396Z-12.117B38.289C-273.23	N2010X-182.593Y15.812Z-30.476B49.625C-107.909	N2530X-195.964Y-8.433Z-53.83B54.293C-185.204
N1500X-166.627Y-9.892Z-12.558B38.392C-271.973	N2020X-183.576Y15.521Z-31.794B49.972C-109.416	N2540X-194.981Y-9.239Z-52.568B53.959C-185.651
N1510X-167.14Y-10.55Z-12.671B38.384C-270.88	N2030X-184.661Y15.234Z-33.25B50.354C-111.042	N2550X-193.984Y-10.059Z-51.299B53.62C-186.034
N1520X-166.993Y-11.294Z-12.221B38.202C-270.322	N2040X-186.085Y14.918Z-35.151B50.852C-113.093	N2560X-192.92Y-10.941Z-49.959B53.257C-186.347
N1530X-166.106Y-12.092Z-11.169B37.837C-270.379	N2050X-187.209Y14.711Z-36.65B51.243C-114.66	N2570X-191.661Y-11.998Z-48.398B52.828C-186.587
N1540X-164.819Y-12.786Z-9.867B37.404C-270.876	N2060X-188.691Y14.479Z-38.63B51.759C-116.68	N2580X-190.704Y-12.812Z-47.226B52.5C-186.687
N1550X-161.754Y-13.957Z-7.049B36.488C-272.47	N2070X-190.17Y14.281Z-40.627B52.273C-118.672	N2590X-189.56Y-13.79Z-45.844B52.109C-186.758
N1560X-157.161Y-15.28Z-3.173B35.237C-275.198	N2080X-192.309Y14.035Z-43.552B53.022C-121.548	N2600X-188.653Y-14.557Z-44.76B51.803C-186.834
N1570X-149.997Y-16.932Z.368B33.437C-279.782	N2090X-194.432Y13.82Z-46.514B53.771C-124.441	N2610X-187.626Y-15.394Z-43.545B51.464C-187.038
N1580X-147.602Y-17.415Z4.111B32.865C-281.377	N2100X-196.178Y13.654Z-49.003B54.393C-126.877	N2620X-186.403Y-16.292Z-42.109B51.087C-187.649
N1590X-143.79Y-18.136Z6.787B31.982C-283.974	N2110X-197.829Y13.501Z-51.407B54.987C-129.247	N2630X-185.51Y-16.828Z-41.061B50.84C-188.509
N1600X-140.833Y-18.656Z8.784B31.317C-286.039	N2120X-199.475Y13.349Z-53.854B55.584C-131.692	N2640X-184.354Y-17.302Z-39.699B50.566C-190.308
N1610X-134.687Y-19.638Z12.734B29.99C-290.488	N2130X-201.005Y13.203Z-56.18B56.146C-134.058	N2650X-183.447Y-17.462Z-38.625B50.39C-192.286
N1620X-127.727Y-20.596Z16.904B28.57C-295.819	N2140X-202.513Y13.051Z-58.525B56.704C-136.501	N2660X-181.951Y-17.316Z-36.843B50.156C-196.429
N1630X-120.524Y-21.402Z20.911B27.192C-301.743	N2150X-203.97Y12.892Z-60.842B57.249C-138.987	N2670X-181.118Y-17.041Z-35.849B50.044C-199.053
N1640X-111.997Y-22.066Z25.286B25.685C-309.464	N2160X-205.013Y12.767Z-62.537B57.643C-140.863	N2680X-180.307Y-16.667Z-34.883B49.938C-201.722
N1650X-103.514Y-22.308Z29.283B24.331C-318.226	N2170X-206.389Y12.583Z-64.819B58.166C-143.489	N2690X-179.537Y-16.233Z-33.971B49.838C-204.31
N1660X-96.116Y-22.006Z32.515B23.295C-327.234	N2180X-207.623Y12.39Z-66.917B58.639C-146.033	N2700X-178.385Y-15.473Z-32.616B49.681C-208.213
N1670X-88.783Y-20.891Z35.534B22.455C-338.446	N2190X-208.785Y12.173Z-68.943B59.088C-148.647	N2710X-177.423Y-14.761Z-31.494B49.541C-211.456
N1680X-83.529Y-19.021Z37.64B22.067C-349.682	N2200X-209.995Y11.889Z-71.113B59.558C-151.691	N2720X-176.108Y-13.715Z-29.988B49.332C-215.814
N1690X-81.23Y-13.269Z38.831B22.759C-9.545	N2210X-211.009Y11.576Z-72.993B59.953C-154.63	N2725G91Z50
N1700X-61.23Y-13.269Z68.831B22.759C-9.545	N2220X-211.832Y11.228Z-74.573B60.274C-157.455	N2735G90
N1710C-9.545	N2230X-212.332Y10.939Z-75.572B60.468C-159.522	N2740X-163.951Y23.612Z-19.516B41.648C-336.69
N1720X-83.383Y-13.577Z35.286B23.463C-7.729	N2240X-212.954Y10.38Z-76.892B60.705C-162.932	N2750X-163.816Y23.409Z-19.376B41.478C-338.003
N1730X-90.695Y-5.328Z32.967B26.005C-29.879	N2250X-213.174Y10.025Z-77.413B60.785C-164.779	N2760X-163.613Y23.1Z-19.167B41.247C-339.751
N1740X-93.639Y-3.489Z31.868B26.802C-34.669	N2260X-213.314Y9.54Z-77.838B60.831C-166.976	N2770X-163.39Y22.762Z-18.94B41.021C-341.405
N1750X-97.971Y-1.23Z30.141B27.914C-40.455	N2270X-213.306Y8.991Z-77.988B60.815C-169.092	N2780X-163.225Y22.516Z-18.775B40.87C-342.476
N1760X-104.22Y1.469Z27.448B29.454C-47.319	N2280X-213.2Y8.545Z-77.933B60.763C-170.578	N2790X-163.022Y22.221Z-18.574B40.698C-343.649
N1770X-112.136Y4.309Z23.707B31.356C-54.598	N2290X-212.9Y7.839Z-77.593B60.63C-172.574	N2800X-162.774Y21.871Z-18.332B40.507C-344.9
N1780X-117.654Y6.028Z20.881B32.67C-59.098	N2300X-212.538Y7.225Z-77.111B60.475C-174.02	N2810X-162.325Y21.271Z-17.902B40.203C-346.759

N2820X-161.77Y20.585Z-17.382B39.879C-348.527	N3340X-105.155Y-22.261Z25.642B25.058C-317.939	N3860X-202.438Y12.518Z-63.344B57.423C-142.354
N2830X-161.25Y19.991Z-16.905B39.613C-349.798	N3350X-98.089Y-21.949Z28.838B24.061C-326.716	N3870X-203.669Y12.334Z-65.369B57.885C-144.921
N2840X-160.502Y19.205Z-16.234B39.275C-351.161	N3360X-91.051Y-20.869Z31.847B23.245C-337.589	N3880X-204.83Y12.126Z-67.328B58.324C-147.559
N2850X-159.953Y18.669Z-15.758B39.05C-351.899	N3370X-85.933Y-19.088Z33.979B22.851C-348.459	N3890X-206.044Y11.853Z-69.432B58.785C-150.63
N2860X-158.699Y17.547Z-14.664B38.59C-352.984	N3380X-83.383Y-13.577Z25.286B23.463C-7.729	N3900X-207.065Y11.549Z-71.259B59.174C-153.594
N2870X-157.292Y16.415Z-13.476B38.132C-353.489	N3390X-63.383Y-13.577Z25.286B23.463C-7.729	N3910X-207.896Y11.211Z-72.799B59.49C-156.442
N2880X-156.271Y15.65Z-12.629B37.826C-353.513	N3400C-7.729	N3920X-208.405Y10.929Z-73.777B59.682C-158.525
N2890X-155.288Y14.947Z-11.823B37.545C-353.319	N3410X-85.492Y-13.844Z31.708B24.179C-6.015	N3930X-209.042Y10.381Z-75.076B59.918C-161.962
N2900X-154.227Y14.213Z-10.963B37.254C-352.905	N3420X-91.882Y-5.823Z29.655B26.547C-27.751	N3940X-209.27Y10.031Z-75.594B59.998C-163.824
N2910X-152.436Y13.011Z-9.538B36.785C-351.796	N3430X-94.548Y-4.014Z28.642B27.294C-32.494	N3950X-209.421Y9.553Z-76.013B60.045C-166.038
N2920X-151.435Y12.347Z-8.737B36.532C-350.972	N3440X-98.515Y-1.778Z27.036B28.342C-38.248	N3960X-209.422Y9.011Z-76.183B60.033C-168.171
N2930X-150.262Y11.565Z-7.816B36.24C-349.83	N3450X-104.297Y0.915Z24.511B29.8C-45.104	N3970X-209.324Y8.569Z-76.141B59.983C-169.668
N2940X-149.234Y10.869Z-7.012B35.989C-348.672	N3460X-111.694Y3.768Z20.984B31.609C-52.41	N3980X-209.031Y7.87Z-75.827B59.854C-171.68
N2950X-147.89Y9.931Z-5.967B35.663C-346.927	N3470X-116.886Y5.506Z18.318Z-864C-56.941	N3990X-208.674Y7.259Z-75.369B59.703C-173.138
N2960X-146.695Y9.056Z-5.048B35.376C-345.133	N3480X-122.43Y7.183Z15.273B34.2C-61.418	N4000X-208.305Y6.727Z-74.866B59.55C-174.221
N2970X-145.67Y8.258Z-4.244B35.131C-343.378	N3490X-127.346Y8.543Z12.416B35.388C-65.162	N4010X-207.878Y6.177Z-74.268B59.376C-175.187
N2980X-144.598Y7.357Z-3.408B34.872C-341.272	N3500X-130.944Y9.474Z10.225B36.261C-67.8	N4020X-207.448Y5.665Z-73.657B59.204C-175.962
N2990X-143.731Y6.555Z-2.724B34.661C-339.297	N3510X-137.68Y11.088Z5.885B37.909C-72.576	N4030X-206.86Y5.008Z-72.813B58.97C-176.809
N3000X-142.873Y5.663Z-2.037B34.45C-336.994	N3520X-143.13Y12.281Z2.135B39.26C-76.338	N4040X-206.409Y4.528Z-72.163B58.792C-177.338
N3010X-142.139Y4.77Z-1.433B34.264C-334.575	N3530X-148.367Y13.337Z-1.684B40.576C-79.916	N4050X-205.7Y3.801Z-71.142B58.516C-178.013
N3020X-141.551Y3.886Z-0.924B34.109C-332.068	N3540X-153.774Y14.334Z-5.867B41.958C-83.62	N4060X-205.252Y3.355Z-70.497B58.343C-178.366
N3030X-141.031Y2.777Z-0.425B33.959C-328.742	N3550X-156.306Y14.765Z-7.916B42.614C-85.375	N4070X-204.517Y2.64Z-69.443B58.061C-178.849
N3040X-140.806Y1.81Z-0.133B33.876C-325.663	N3560X-158.256Y15.08Z-9.536B43.125C-86.742	N4080X-203.738Y1.899Z-68.335B57.764C-179.265
N3050X-140.834Y0.793Z0.009B33.845C-322.217	N3570X-160.037Y15.353Z-11.049B43.595C-88.007	N4090X-203.253Y1.444Z-67.648B57.58C-179.487
N3060X-141.171Y-0.206Z-0.046B33.879C-318.587	N3580X-161.936Y15.626Z-12.699B44.101C-89.377	N4100X-202.649Y0.882Z-66.798B57.353C-179.734
N3070X-142.02Y-1.362Z-0.398B34.016C-314.035	N3590X-163.926Y15.891Z-14.473B44.637C-90.846	N4110X-201.552Y-0.122Z-65.278B56.944C-180.13
N3080X-143.448Y-2.509Z-1.127B34.279C-309.078	N3600X-164.737Y15.992Z-15.21844.858C-91.456	N4120X-200.883Y-0.729Z-64.347B56.696C-180.355
N3090X-145.182Y-3.466Z-2.093B34.615C-304.549	N3610X-168.763Y16.408Z-18.997B45.971C-94.623	N4130X-200.113Y-1.421Z-63.294B56.413C-180.613
N3100X-147.243Y-4.331Z-3.307B35.028C-300.115	N3620X-171.153Y16.562Z-21.369B46.652C-96.672	N4140X-199.273Y-2.17Z-62.155B56.106C-180.907
N3110X-150.136Y-5.29Z-5.088B35.62C-294.818	N3630X-172.784Y16.602Z-23.055B47.128C-98.19	N4150X-198.382Y-2.957Z-60.959B55.785C-181.243
N3120X-152.909Y-6.057Z-6.862B36.194C-290.332	N3640X-174.467Y16.559Z-24.872B47.633C-99.919	N4160X-197.555Y-3.679Z-59.861B55.489C-181.587
N3130X-155.77Y-6.77Z-8.742B36.787C-286.083	N3650X-175.954Y16.412Z-26.565B48.098C-101.661	N4170X-196.611Y-4.495Z-58.618B55.155C-182.019
N3140X-158.069Y-7.324Z-10.288B37.261C-282.851	N3660X-176.329Y16.353Z-27.009B48.218C-102.143	N4180X-195.829Y-5.162Z-57.597B54.881C-182.408
N3150X-160.371Y-7.899Z-11.833B37.726C-279.713	N3670X-176.942Y16.234Z-27.749B48.419C-102.974	N4190X-194.941Y-5.91Z-56.448B54.574C-182.876
N3160X-162.151Y-8.391Z-13.029B38.075C-277.308	N3680X-177.692Y16.051Z-28.684B48.67C-104.069	N4200X-194.046Y-6.656Z-55.298B54.267C-183.363
N3170X-163.789Y-8.929Z-14.103B38.375C-275.064	N3690X-178.478Y15.823Z-29.693B48.94C-105.294	N4210X-193.019Y-7.5Z-53.993B53.918C-183.919
N3180X-165.083Y-9.495Z-14.899B38.583C-273.188	N3700X-179.153Y15.613Z-30.576B49.175C-106.384	N4220X-191.977Y-8.349Z-52.68B53.566C-184.453
N3190X-165.843Y-10.002Z-15.294B38.67C-271.935	N3710X-180.096Y15.327Z-31.818B49.505C-107.909	N4230X-190.987Y-9.153Z-51.447B53.234C-184.908
N3200X-166.292Y-10.672Z-15.368B38.648C-270.849	N3720X-181.14Y15.045Z-33.191B49.869C-109.553	N4240X-189.982Y-9.97Z-50.209B52.897C-185.296
N3210X-166.11Y-11.427Z-14.899B38.458C-270.302	N3730X-182.514Y14.736Z-34.988B50.345C-111.628	N4250X-188.908Y-10.85Z-48.985Z-536C-185.616
N3220X-165.225Y-12.235Z-13.853B38.094C-270.37	N3740X-183.602Y14.534Z-36.408B50.72C-113.212	N4260X-187.637Y-11.905Z-47.373B52.108C-185.862
N3230X-163.965Y-12.936Z-12.575B37.668C-270.88	N3750X-185.039Y14.31Z-38.289B51.215C-115.257	N4270X-186.67Y-12.717Z-46.226B51.781C-185.966
N3240X-160.989Y-14.113Z-9.822B36.773C-272.495	N3760X-186.478Y14.12Z-40.184B51.71C-117.271	N4280X-185.512Y-13.694Z-44.872B51.391C-186.041
N3250X-156.553Y-15.437Z-6.046B35.556C-275.249	N3770X-188.563Y13.885Z-42.967B52.431C-120.181	N4290X-184.595Y-14.46Z-43.811B51.084C-186.12
N3260X-149.654Y-17.079Z-0.654B33.814C-279.861	N3780X-190.639Y13.681Z-45.791B53.154C-123.107	N4300X-183.558Y-15.295Z-42.623B50.748C-186.33
N3270X-147.351Y-17.559Z1.042B33.261C-281.461	N3790X-192.35Y13.525Z-48.168B53.756C-125.57	N4310X-182.33Y-16.189Z-41.225B50.374C-186.951
N3280X-143.689Y-18.269Z3.646B32.409C-284.065	N3800X-193.972Y13.382Z-50.466B54.331C-127.967	N4320X-181.439Y-16.72Z-40.211B50.131C-187.822
N3290X-140.85Y-18.78Z5.591B31.768C-286.132	N3810X-195.591Y13.239Z-52.808B54.911C-130.438	N4330X-180.298Y-17.183Z-38.906B49.869C-189.642
N3300X-134.955Y-19.739Z9.448B30.49C-290.574	N3820X-197.1Y13.103Z-55.037B55.456C-132.829	N4340X-179.415Y-17.331Z-37.889B49.706C-191.642
N3310X-128.288Y-20.665Z13.509B29.125C-295.877	N3830X-198.591Y12.96Z-57.288B55.999C-135.297	N4350X-177.985Y-17.16Z-36.225B49.502C-195.829
N3320X-121.398Y-21.434Z17.425B27.802C-301.746	N3840X-200.034Y12.81Z-59.515B56.529C-137.808	N4360X-177.202Y-16.869Z-35.308B49.411C-198.479
N3330X-113.252Y-22.055Z21.712B26.356C-309.355	N3850X-201.07Y12.693Z-61.145B56.913C-139.703	N4370X-176.448Y-16.478Z-34.426B49.328C-201.174



N4380X-175.74Y-16.028Z-33.598B49.251C-203.786	N4890X-165.375Y-10.789Z-18.018B38.899C-270.808	N5410X-177.71Y14.846Z-33.271B49.412C-108.038
N4390X-174.69Y-15.243Z-32.378B49.132C-207.725	N4900X-165.161Y-11.555Z-17.532B38.702C-270.269	N5420X-179.03Y14.544Z-34.965B49.865C-110.136
N4400X-173.822Y-14.511Z-31.375B49.024C-210.997	N4910X-164.276Y-12.372Z-16.493B38.338C-270.35	N5430X-180.078Y14.348Z-36.306B50.223C-111.738
N4410X-172.645Y-13.438Z-30.03B48.862C-215.39	N4920X-163.043Y-13.079Z-15.238B37.92C-270.871	N5440X-181.467Y14.131Z-38.085B50.697C-113.806
N4415G91Z50	N4930X-160.156Y-14.262Z-12.551B37.045C-272.508	N5450X-182.86Y13.949Z-39.88B51.171C-115.843
N4425G90	N4940X-155.873Y-15.586Z-8.878B35.864C-275.286	N5460X-184.886Y13.726Z-42.522B51.864C-118.787
N4430X-164.924Y23.627Z-23.714B42.431C-335.811	N4950X-149.234Y-17.218Z-3.638B34.179C-279.925	N5470X-186.908Y13.533Z-45.207B52.561C-121.746
N4440X-164.796Y23.42Z-23.576B42.263C-337.104	N4960X-147.022Y-17.693Z-1.998B33.646C-281.531	N5480X-188.579Y13.387Z-47.471B53.141C-124.237
N4450X-164.6Y23.106Z-23.368B42.034C-338.826	N4970X-143.506Y-18.392Z0.541B32.824C-284.139	N5490X-190.167Y13.254Z-49.662B53.696C-126.66
N4460X-164.383Y22.764Z-23.14B41.808C-340.455	N4980X-140.783Y-18.893Z2.432B32.207C-286.207	N5500X-191.755Y13.121Z-51.899B54.256C-129.158
N4470X-164.221Y22.517Z-22.973B41.657C-341.509	N4990X-135.134Y-19.829Z6.177B30.978C-290.641	N5510X-193.238Y12.994Z-54.029B54.784C-131.574
N4480X-164.021Y22.219Z-22.769B41.486C-342.664	N5000X-128.755Y-20.724Z0.148B29.668C-295.918	N5520X-194.707Y12.861Z-56.184B55.31C-134.068
N4490X-163.776Y21.868Z-22.522B41.294C-343.895	N5010X-122.171Y-21.459Z13.961B28.4C-301.733	N5530X-196.131Y12.721Z-58.318B55.825C-136.605
N4500X-163.33Y21.266Z-22.082B40.988C-345.725	N5020X-114.397Y-22.037Z18.153B27.017C-309.237	N5540X-197.156Y12.611Z-59.883B56.197C-138.518
N4510X-162.779Y20.579Z-21.551B40.662C-347.464	N5030X-106.677Y-22.209Z22.011B25.775C-317.655	N5550X-198.511Y12.446Z-61.996B56.693C-141.195
N4520X-162.264Y19.984Z-21.064B40.394C-348.713	N5040X-99.936Y-21.887Z25.162B24.819C-326.217	N5560X-199.734Y12.271Z-63.945B57.144C-143.786
N4530X-161.524Y19.198Z-20.379B40.054C-350.053	N5050X-93.194Y-20.838Z28.153B24.029C-336.777	N5570X-200.891Y12.073Z-65.834B57.572C-146.449
N4540X-160.983Y18.662Z-19.886B39.828C-350.777	N5060X-88.227Y-19.135Z30.301B23.635C-347.308	N5580X-202.103Y11.81Z-67.867B58.022C-149.547
N4550X-159.749Y17.541Z-18.785B39.365C-351.842	N5070X-85.492Y-13.844Z31.708B24.179C-6.015	N5590X-203.126Y11.517Z-69.637B58.402C-152.537
N4560X-158.372Y16.408Z-17.584B38.906C-352.336	N5080X-65.492Y-13.844Z61.708B24.179C-6.015	N5600X-203.963Y11.188Z-71.134B58.712C-155.409
N4570X-157.375Y15.644Z-16.731B38.599C-352.357	N5090C-6.015	N5610X-204.477Y10.913Z-72.086B58.901C-157.51
N4580X-156.418Y14.941Z-15.921B38.319C-352.164	N5100X-87.547Y-14.076Z28.1824.905C-4.397	N5620X-205.126Y10.376Z-73.359B59.134C-160.975
N4590X-155.385Y14.207Z-15.056B38.029C-351.756	N5110X-93.121Y-6.279Z26.291B27.115C-25.709	N5630X-205.362Y10.032Z-73.87B59.215C-162.851
N4600X-153.646Y13.006Z-13.62B37.563C-350.663	N5120X-95.529Y-4.503Z25.359B27.816C-30.399	N5640X-205.521Y9.56Z-74.289B59.262C-165.083
N4610X-152.676Y12.342Z-12.827B37.311C-349.852	N5130X-99.154Y-2.294Z23.867B28.802C-36.11	N5650X-205.531Y9.025Z-74.467B59.251C-167.233
N4620X-151.538Y11.561Z-11.904B37.022C-348.73	N5140X-104.493Y0.383Z21.503B30.181C-42.944	N5660X-205.438Y8.588Z-74.435B59.204C-168.743
N4630X-150.541Y10.865Z-11.1B36.772C-347.592	N5150X-111.389Y3.243Z18.18B31.9C-50.261	N5670X-205.153Y7.894Z-74.142B59.078C-170.771
N4640X-149.236Y9.928Z-10.052B36.449C-345.878	N5160X-116.263Y4.994Z15.653B33.097C-54.814	N5680X-204.8Y7.289Z-73.706B58.93C-172.241
N4650X-148.075Y9.054Z-9.122B36.163C-344.117	N5170X-121.491Y6.691Z12.775B34.374C-59.323	N5690X-204.433Y6.76Z-73.224B58.78C-173.333
N4660X-147.077Y8.258Z-8.322B35.918C-342.396	N5180X-126.146Y8.073Z10.064B35.511C-63.101	N5700X-204.006Y6.213Z-72.647B58.609C-174.308
N4670X-146.029Y7.358Z-7.478B35.659C-340.329	N5190X-129.561Y9.021Z7.983B36.348C-65.766	N5710X-203.577Y5.704Z-72.056B58.438C-175.09
N4680X-145.177Y6.559Z-6.787B35.447C-338.393	N5200X-135.977Y10.668Z3.855B37.931C-70.596	N5720X-202.987Y5.049Z-71.237B58.207C-175.945
N4690X-144.33Y5.669Z-6.088B35.233C-336.136	N5210X-141.184Y11.889Z0.284B39.229C-74.405	N5730X-202.534Y4.571Z-70.605B58.031C-176.478
N4700X-143.597Y4.779Z-5.469B35.043C-333.765	N5220X-146.2Y12.974Z-3.356B40.496C-78.03	N5740X-201.821Y3.847Z-69.611B57.757C-177.161
N4710X-143.001Y3.898Z-4.942B34.883C-331.308	N5230X-151.391Y13.999Z-7.345B41.828C-81.785	N5750X-201.369Y3.402Z-68.983B57.585C-177.517
N4720X-142.456Y7.792Z-4.415B34.724C-328.048	N5240X-153.825Y14.443Z-9.299B42.46C-83.563	N5760X-200.628Y2.689Z-67.955B57.305C-178.006
N4730X-142.192Y1.827Z-4.092B34.63C-325.028	N5250X-155.702Y14.768Z-10.844B42.953C-84.95	N5770X-199.843Y1.95Z-66.873B57.01C-178.426
N4740X-142.161Y0.813Z-3.912B34.583C-321.648	N5260X-157.417Y15.051Z-12.287B43.406C-86.232	N5780X-199.353Y1.496Z-66.201B56.827C-178.651
N4750X-142.42Y-0.185Z-3.921B34.599C-318.085	N5270X-159.245Y15.334Z-13.861B43.894C-87.621	N5790X-198.743Y0.936Z-65.37B56.6C-178.902
N4760X-143.145Y-1.341Z-4.207B34.709C-313.613	N5280X-161.164Y15.609Z-15.552B44.411C-89.109	N5800X-197.636Y-0.067Z-63.876B56.193C-179.303
N4770X-144.412Y-2.491Z-4.852B34.936C-308.735	N5290X-161.946Y15.714Z-16.254B44.623C-89.728	N5810X-196.96Y-0.673Z-62.973B55.946C-179.532
N4780X-145.975Y-3.453Z-5.732B35.237C-304.27	N5300X-165.829Y16.15Z-19.864B45.695C-92.937	N5820X-196.182Y-1.364Z-61.943B55.664C-179.794
N4790X-147.852Y-4.326Z-6.851B35.611C-299.892	N5310X-168.134Y16.316Z-22.12B46.349C-95.012	N5830X-195.334Y-2.111Z-60.829B55.358C-180.092
N4800X-150.502Y-5.296Z-8.505B36.151C-294.65	N5320X-169.705Y16.364Z-23.722B46.806C-96.549	N5840X-194.435Y-2.896Z-59.661B55.038C-180.434
N4810X-153.055Y-6.076Z-10.158B36.678C-290.202	N5330X-171.325Y16.329Z-25.445B47.291C-98.299	N5850X-193.602Y-3.616Z-58.588B54.744C-180.782
N4820X-155.697Y-6.803Z-11.914B37.225C-285.981	N5340X-172.753Y16.189Z-27.045B47.734C-100.06	N5860X-192.65Y-4.43Z-57.374B54.412C-181.221
N4830X-157.824Y-7.37Z-13.351B37.661C-282.766	N5350X-173.113Y16.131Z-27.463B47.848C-100.548	N5870X-191.862Y-5.095Z-56.378B54.14C-181.615
N4840X-159.954Y-7.958Z-14.883B38.089C-279.639	N5360X-173.699Y16.016Z-28.168B48.039C-101.388	N5880X-190.968Y-5.84Z-55.258B53.834C-182.089
N4850X-161.602Y-8.461Z-15.912B38.407C-277.243	N5370X-174.415Y15.836Z-29.039B48.277C-102.495	N5890X-190.067Y-6.583Z-54.138B53.529C-182.583
N4860X-163.113Y-9.012Z-16.907B38.68C-275.005	N5380X-175.165Y15.612Z-29.986B48.532C-103.733	N5900X-189.034Y-7.424Z-52.865B53.183C-183.146
N4870X-164.302Y-9.591Z-17.634B38.864C-273.134	N5390X-175.809Y15.405Z-30.815B48.754C-104.835	N5910X-187.985Y-8.271Z-51.586B52.834C-183.688
N4880X-164.99Y-10.107Z-17.983B38.935C-271.887	N5400X-176.71Y15.123Z-31.981B49.066C-106.376	N5920X-186.989Y-9.072Z-50.384B52.504C-184.15

N5930X-185.977Y-9.886Z-49.176B52.169C-184.545	N6440X-143.553Y-0.163Z-7.764B35.307C-317.591	N6960X-156.682Y15.033Z-15.146B43.723C-85.851
N5940X-184.894Y-10.764Z-47.897B51.81C-184.871	N6450X-144.156Y-1.32Z-7.981B35.389C-313.193	N6970X-158.526Y15.318Z-16.756B44.22C-87.358
N5950X-183.611Y-11.817Z-46.404B51.383C-185.123	N6460X-145.265Y-2.472Z-8.54B35.581C-308.39	N6980X-159.279Y15.427Z-17.425B44.424C-87.984
N5960X-182.634Y-12.628Z-45.282B51.057C-185.231	N6470X-146.661Y-3.439Z-9.331B35.846C-303.987	N6990X-163.013Y15.883Z-20.859B45.454C-91.233
N5970X-181.464Y-13.603Z-43.956B50.667C-185.31	N6480X-148.357Y-4.319Z-10.353B36.18C-299.661	N7000X-165.229Y16.06Z-23.002B46.081C-93.333
N5980X-180.537Y-14.368Z-42.917B50.361C-185.393	N6490X-150.771Y-5.3Z-11.878B36.669C-294.473	N7010X-166.739Y16.117Z-24.521B46.518C-94.888
N5990X-179.491Y-15.202Z-41.757B50.025C-185.607	N6500X-153.109Y-6.093Z-13.409B37.15C-290.062	N7020X-168.293Y16.09Z-26.15B46.98C-96.658
N6000X-178.257Y-16.091Z-40.395B49.655C-186.238	N6510X-155.538Y-6.834Z-15.04B37.649C-285.868	N7030X-169.659Y15.956Z-27.659B47.402C-98.438
N6010X-177.368Y-16.617Z-39.415B49.417C-187.121	N6520X-157.496Y-7.412Z-16.374B38.047C-282.669	N7040X-170.002Y15.9Z-28.052B47.51C-98.931
N6020X-176.241Y-17.069Z-38.164B49.165C-188.963	N6530X-159.46Y-8.014Z-17.718B38.438C-279.555	N7050X-170.56Y15.787Z-28.706B47.69C-99.78
N6030X-175.382Y-17.205Z-37.199B49.015C-190.986	N6540X-160.977Y-8.528Z-18.747B38.727C-277.166	N7060X-171.241Y15.611Z-29.53B47.915C-100.898
N6040X-174.015Y-17.008Z-35.645B48.84C-195.217	N6550X-162.366Y-9.091Z-19.662B38.971C-274.935	N7070X-171.953Y15.391Z-30.415B48.155C-102.149
N6050X-173.28Y-16.7Z-34.801B48.769C-197.894	N6560X-163.45Y-9.682Z-20.321B39.131C-273.07	N7080X-172.565Y15.187Z-31.198B48.364C-103.262
N6060X-172.582Y-16.292Z-33.997B48.708C-200.617	N6570X-164.069Y-10.208Z-20.624B39.186C-271.827	N7090X-173.42Y14.91Z-32.28B48.658C-104.818
N6070X-171.934Y-15.825Z-33.249B48.654C-203.254	N6580X-164.392Y-10.901Z-20.621B39.136C-270.756	N7100X-174.373Y14.638Z-33.489B48.985C-106.498
N6080X-170.985Y-15.015Z-32.156B48.571C-207.23	N6590X-164.145Y-11.677Z-20.118B38.932C-270.226	N7110X-175.636Y14.343Z-35.079B49.414C-108.618
N6090X-170.209Y-14.263Z-31.267B48.496C-210.53	N6600X-163.262Y-12.503Z-19.087B38.57C-270.319	N7120X-176.641Y14.152Z-36.341B49.755C-110.238
N6100X-169.169Y-13.162Z-30.083B48.38C-214.961	N6610X-162.055Y-13.215Z-17.856B38.158C-270.851	N7130X-177.978Y13.943Z-38.019B50.206C-112.329
N61055G91Z50	N6620X-159.254Y-14.403Z-15.237B37.305C-272.509	N7140X-179.322Y13.769Z-39.715B50.659C-114.389
N6115G90	N6630X-155.122Y-15.727Z-11.668B36.159C-275.311	N7150X-181.283Y13.557Z-42.216B51.322C-117.365
N6120X-165.807Y23.646Z-27.881B43.207C-334.952	N6640X-148.739Y-17.348Z-6.584B34.532C-279.974	N7160X-183.245Y13.377Z-44.762B51.99C-120.358
N6130X-165.688Y23.435Z-27.747B43.042C-336.227	N6650X-146.616Y-17.817Z-4.985B34.019C-281.585	N7170X-184.871Y13.241Z-46.911B52.548C-122.876
N6140X-165.502Y23.116Z-27.543B42.814C-337.924	N6660X-143.244Y-18.506Z-2.528B33.228C-284.198	N7180X-186.419Y13.117Z-48.995B53.082C-125.326
N6150X-165.292Y22.77Z-27.316B42.591C-339.528	N6670X-140.634Y-18.998Z-0.692B32.635C-286.267	N7190X-187.971Y12.995Z-51.124B53.622C-127.851
N6160X-165.135Y22.521Z-27.149B42.44C-340.568	N6680X-135.227Y-19.911Z-2.945B31.455C-290.693	N7200X-189.423Y12.877Z-53.156B54.13C-130.293
N6170X-164.94Y22.221Z-26.943B42.269C-341.705	N6690X-129.129Y-20.775Z6.799B30.2C-295.943	N7210X-190.864Y12.754Z-55.212B54.639C-132.813
N6180X-164.699Y21.867Z-26.693B42.078C-342.918	N6700X-122.845Y-21.475Z10.521B28.988C-301.707	N7220X-192.265Y12.624Z-57.252B55.136C-135.375
N6190X-164.26Y21.263Z-26.247B41.771C-344.719	N6710X-115.435Y-22.013Z14.613B27.666C-309.11	N7230X-193.275Y12.521Z-58.75B55.497C-137.308
N6200X-163.716Y20.574Z-25.706B41.444C-346.43	N6720X-108.083Y-22.153Z18.391B26.481C-317.372	N7240X-194.613Y12.366Z-60.774B55.978C-140.011
N6210X-163.208Y19.979Z-25.211B41.175C-347.66	N6730X-101.66Y-21.821Z21.491B25.568C-325.735	N7250X-195.823Y12.202Z-62.645B56.415C-142.628
N6220X-162.478Y19.192Z-24.515B40.832C-348.977	N6740X-95.212Y-20.797Z24.454B24.807C-336.007	N7260X-196.971Y12.013Z-64.461B56.831C-145.315
N6230X-161.945Y18.656Z-24.015B40.605C-349.689	N6750X-90.408Y-19.165Z26.618B24.417C-346.224	N7270X-198.177Y11.761Z-66.419B57.269C-148.442
N6240X-160.734Y17.535Z-22.9840.141C-350.735	N6760X-87.547Y-14.076Z28.1824.905C-4.397	N7280X-199.199Y11.478Z-68.128B57.64C-151.458
N6250X-159.387Y16.403Z-21.689B39.681C-351.218	N6770X-67.547Y-14.076Z28.1824.905C-4.397	N7290X-200.037Y11.159Z-69.577B57.942C-154.356
N6260X-158.414Y15.639Z-20.829B39.374C-351.238	N6780C-4.397	N7300X-200.554Y10.89Z-70.502B58.127C-156.474
N6270X-157.481Y14.936Z-20.015B39.094C-351.047	N6790X-89.541Y-14.274Z24.466B25.64C-2.866	N7310X-201.21Y10.364Z-71.742B58.356C-159.969
N6280X-156.476Y14.203Z-19.147B38.805C-350.644	N6800X-94.394Y-6.698Z22.879B27.706C-23.752	N7320X-201.451Y10.026Z-72.243B58.435C-161.86
N6290X-154.786Y13.001Z-17.707B38.341C-349.567	N6810X-96.567Y-4.957Z22.023B28.364C-28.383	N7330X-201.617Y9.562Z-72.658B58.483C-164.111
N6300X-153.843Y12.338Z-16.911B38.09C-348.77	N6820X-99.873Y-2.782Z0.638B29.293C-34.041	N7340X-201.634Y9.033Z-72.848B58.472C-166.279
N6310X-152.738Y11.557Z-15.987B37.802C-347.666	N6830X-104.793Y-0.124Z18.427B30.596C-40.841	N7350X-201.546Y8.601Z-72.816B58.426C-167.801
N6320X-151.769Y10.862Z-15.18B37.554C-346.547	N6840X-111.208Y2.734Z15.3B32.228C-48.154	N7360X-201.267Y7.914Z-72.541B58.303C-169.846
N6330X-150.5Y9.926Z-14.129B37.232C-344.864	N6850X-115.773Y4.495Z12.913B33.367C-52.721	N7370X-200.917Y7.313Z-72.124B58.157C-171.328
N6340X-149.368Y9.053Z-13.193B36.947C-343.135	N6860X-120.691Y6.207Z10.189B34.586C-57.253	N7380X-200.552Y6.788Z-71.668B58.009C-172.43
N6350X-148.392Y8.259Z-12.387B36.701C-341.445	N6870X-125.087Y7.607Z7.619B35.673C-61.058	N7390X-200.126Y6.243Z-71.103B57.84C-173.414
N6360X-147.364Y7.362Z-11.535B36.442C-339.417	N6880X-128.322Y8.569Z5.643B36.474C-63.745	N7400X-199.696Y5.737Z-70.53B57.672C-174.203
N6370X-146.525Y6.564Z-10.834B36.228C-337.518	N6890X-134.417Y10.246Z1.721B37.991C-68.623	N7410X-199.105Y5.085Z-69.735B57.443C-175.066
N6380X-145.684Y5.677Z-10.121B36.01C-335.303	N6900X-139.379Y11.494Z-1.676B39.238C-72.473	N7420X-198.65Y4.609Z-69.121B57.268C-175.604
N6390X-144.95Y4.789Z-9.485B35.816C-332.978	N6910X-144.172Y12.604Z-5.141B40.455C-76.141	N7430X-197.933Y3.888Z-68.153B56.996C-176.293
N6400X-144.342Y3.911Z-8.938B35.649C-330.568	N6920X-149.143Y13.657Z-8.939B41.735C-79.941	N7440X-197.478Y3.444Z-67.54B56.825C-176.654
N6410X-143.768Y2.808Z-8.38B35.479C-327.371	N6930X-151.477Y14.114Z-10.884Z.344C-81.742	N7450X-196.732Y2.733Z-66.537B56.546C-177.148
N6420X-143.464Y1.846Z-8.026B35.373C-324.408	N6940X-153.279Y14.449Z-12.272B42.817C-83.146	N7460X-195.94Y1.996Z-65.48B56.253C-177.573
N6430X-143.374Y0.834Z-7.804B35.311C-321.09	N6950X-154.925Y14.74Z-13.647B43.254C-84.444	N7470X-195.446Y1.542Z-64.824B56.071C-177.801



N7480X-194.83Y0.983Z-64.011855.845C-178.055	N7990X-154.934Y12.335Z-20.988B38.868C-347.721	N8510X-100.658Y-3.234Z17.354B29.812C-32.042
N7490X-193.713Y-0.017Z-62.55B55.439C-178.462	N8000X-153.859Y11.555Z-20.06B38.581C-346.635	N8520X-105.184Y-0.605Z15.287B31.043C-38.797
N7500X-193.031Y-0.621Z-61.666B55.193C-178.694	N8010X-152.915Y10.861Z-19.25B38.333C-345.536	N8530X-111.14Y2.243Z12.347B32.591C-46.093
N7510X-192.246Y-1.311Z-60.659B54.911C-178.96	N8020X-151.677Y9.926Z-18.193B38.012C-343.882	N8540X-115.405Y4.009Z10.094B33.674C-50.664
N7520X-191.39Y-2.057Z-59.571B54.607C-179.262	N8030X-150.571Y9.054Z-17.252B37.726C-342.183	N8550X-120.021Y5.732Z7.519B34.835C-55.212
N7530X-190.483Y-2.84Z-58.429B54.288C-179.609	N8040X-149.615Y8.262Z-16.438B37.48C-340.523	N8560X-124.163Y7.146Z5.084B35.873C-59.037
N7540X-189.644Y-3.558Z-57.381B53.995C-179.962	N8050X-148.603Y7.366Z-15.575B37.219C-338.533	N8570X-127.22Y8.121Z3.211B36.639C-61.742
N7550X-188.685Y-4.37Z-56.196B53.665C-180.407	N8060X-147.773Y6.571Z-14.862B37.002C-336.668	N8580X-132.995Y9.825Z-0.512B38.09C-66.659
N7560X-187.891Y-5.033Z-55.224B53.394C-180.807	N8070X-146.935Y5.686Z-14.134B36.78C-334.495	N8590X-137.712Y11.096Z-3.748B39.284C-70.545
N7570X-186.992Y-5.776Z-54.132B53.091C-181.287	N8080X-146.196Y4.801Z-13.479B36.58C-332.213	N8600X-142.28Y12.23Z-7.034B40.452C-74.25
N7580X-186.086Y-6.516Z-53.039B52.788C-181.788	N8090X-145.575Y3.925Z-12.918B36.406C-329.848	N8610X-147.028Y13.308Z-10.647B41.68C-78.092
N7590X-185.047Y-7.354Z-51.885Z.444C-182.359	N8100X-144.97Y2.825Z-12.319B36.225C-326.71	N8620X-149.261Y13.778Z-12.418B42.264C-79.914
N7600X-183.992Y-8.198Z-50.553B52.098C-182.909	N8110X-144.624Y1.866Z-11.93B36.106C-323.801	N8630X-150.985Y14.122Z-13.818B42.719C-81.334
N7610X-182.99Y-8.996Z-49.38B51.77C-183.378	N8120X-144.473Y0.855Z-11.665B36.027C-320.542	N8640X-152.562Y14.422Z-15.126B43.138C-82.647
N7620X-181.971Y-9.808Z-48.201B51.437C-183.779	N8130X-144.573Y0.14Z-11.574B36.004C-317.103	N8650X-154.246Y14.724Z-16.551B43.588C-84.07
N7630X-180.88Y-10.683Z-46.953B51.079C-184.111	N8140X-145.056Y1.297Z-11.719B36.057C-312.776	N8660X-156.014Y15.019Z-18.082B44.065C-85.594
N7640X-179.585Y-11.734Z-45.493B50.654C-184.369	N8150X-146.008Y-2.453Z-12.188B36.214C-308.044	N8670X-156.735Y15.132Z-18.718B44.26C-86.228
N7650X-178.598Y-12.544Z-44.395B50.328C-184.481	N8160X-147.242Y-3.424Z-12.888B36.441C-303.7	N8680X-160.317Y15.608Z-21.979B45.247C-89.514
N7660X-177.417Y-13.518Z-43.097B49.938C-184.564	N8170X-148.761Y-4.311Z-13.81B36.737C-299.425	N8690X-162.441Y15.796Z-24.011B45.847C-91.638
N7670X-176.481Y-14.282Z-42.082B49.633C-184.65	N8180X-150.944Y-5.303Z-15.204B37.174C-294.287	N8700X-163.887Y15.86Z-25.448B46.264C-93.21
N7680X-175.427Y-15.113Z-40.948B49.298C-184.87	N8190X-153.074Y-6.107Z-16.612B37.607C-289.911	N8710X-165.372Y15.841Z-26.986B46.704C-94.998
N7690X-174.187Y-15.998Z-39.623B48.931C-185.511	N8200X-155.293Y-6.862Z-18.116B38.059C-285.744	N8720X-166.673Y15.714Z-28.403B47.102C-96.796
N7700X-173.3Y-16.518Z-38.674B48.698C-186.405	N8210X-157.088Y-7.452Z-19.348B38.42C-282.561	N8730X-166.999Y15.66Z-28.772B47.205C-97.294
N7710X-172.187Y-16.959Z-37.473B48.456C-188.27	N8220X-158.888Y-8.066Z-20.588B38.773C-279.46	N8740X-167.528Y15.55Z-29.384B47.374C-98.151
N7720X-171.349Y-17.084Z-36.557B48.317C-190.316	N8230X-160.279Y-8.592Z-21.534B39.032C-277.079	N8750X-168.173Y15.377Z-30.152B47.585C-99.28
N7730X-170.042Y-16.86Z-35.105B48.171C-194.595	N8240X-161.547Y-9.166Z-22.368B39.249C-274.855	N8760X-168.845Y15.16Z-30.977B47.81C-100.543
N7740X-169.354Y-16.535Z-34.33B48.119C-197.3	N8250X-162.53Y-9.768Z-22.968B39.385C-272.996	N8770X-169.422Y14.96Z-31.698B48.006C-101.666
N7750X-168.71Y-16.11Z-33.598B48.08C-200.05	N8260X-163.08Y-10.304Z-23.218B39.424C-271.758	N8780X-170.231Y14.687Z-32.713B48.281C-103.237
N7760X-168.12Y-15.626Z-32.925B48.047C-202.713	N8270X-163.343Y-11.007Z-23.177B39.36C-270.693	N8790X-171.133Y14.42Z-33.841B48.588C-104.934
N7770X-167.269Y-14.79Z-31.953B48C-206.727	N8280X-163.064Y-11.793Z-22.658B39.149C-270.174	N8800X-172.335Y14.132Z-35.329B48.993C-107.076
N7780X-166.584Y-14.017Z-31.171B47.956C-210.057	N8290X-162.182Y-12.627Z-21.636B38.788C-270.277	N8810X-173.295Y13.947Z-36.513B49.315C-108.713
N7790X-165.679Y-12.888Z-30.148B47.886C-214.525	N8300X-161.001Y-13.345Z-20.438B38.383C-270.821	N8820X-174.576Y13.746Z-38.098B49.742C-110.825
N7795G91Z50	N8310X-158.285Y-14.537Z-17.879B37.552C-272.499	N8830X-175.867Y13.579Z-39.687B50.174C-112.908
N7805G90	N8320X-154.302Y-15.86Z-14.416B36.442C-275.324	N8840X-177.756Y13.379Z-42.046B50.806C-115.917
N7810X-166.6Y23.668Z-32.014B43.976C-334.11	N8330X-148.17Y-17.47Z-9.49B34.873C-280.01	N8850X-179.652Y13.211Z-44.452B51.444C-118.943
N7820X-166.49Y23.453Z-31.886B43.814C-335.368	N8340X-146.133Y-17.933Z-7.94B34.379C-281.626	N8860X-181.228Y13.086Z-46.487B51.978C-121.488
N7830X-166.316Y23.129Z-31.687B43.589C-337.042	N8350X-142.903Y-18.611Z-5.568B33.62C-284.243	N8870X-182.732Y12.972Z-48.463B52.49C-123.965
N7840X-166.116Y22.78Z-31.464B43.368C-338.624	N8360X-140.405Y-19.093Z-3.781B33.051C-286.312	N8880X-184.243Y12.859Z-50.484B53.008C-126.517
N7850X-165.965Y22.527Z-31.298B43.218C-339.649	N8370X-135.234Y-19.983Z-0.253B31.921C-290.73	N8890X-185.659Y12.752Z-52.415B53.497C-128.985
N7860X-165.776Y22.225Z-31.093B43.048C-340.77	N8380X-129.412Y-20.817Z3.488B30.721C-295.953	N8900X-187.068Y12.639Z-54.372B53.986C-131.531
N7870X-165.541Y21.87Z-30.842B42.857C-341.965	N8390X-123.42Y-21.484Z7.106B29.564C-301.667	N8910X-188.441Y12.519Z-56.316B54.465C-134.12
N7880X-165.112Y21.263Z-30.392B42.551C-343.74	N8400X-116.366Y-21.983Z11.093B28.305C-308.975	N8920X-189.432Y12.424Z-57.745B54.813C-136.073
N7890X-164.578Y20.572Z-29.845B42.224C-345.425	N8410X-109.373Y-22.092Z14.784B27.177C-317.091	N8930X-190.748Y12.279Z-59.679B55.277C-138.802
N7900X-164.078Y19.976Z-29.344B41.954C-346.635	N8420X-103.262Y-21.749Z17.827B26.307C-325.268	N8940X-191.941Y12.124Z-61.469B55.699C-141.445
N7910X-163.362Y19.188Z-28.639B41.61C-347.932	N8430X-97.107Y-20.747Z20.754B25.579C-335.272	N8950X-193.075Y11.945Z-63.209B56.102C-144.158
N7920X-162.838Y18.652Z-28.133B41.382C-348.632	N8440X-92.476Y-19.178Z22.909B25.197C-345.198	N8960X-194.27Y11.705Z-65.089B56.526C-147.314
N7930X-161.651Y17.531Z-27.007B40.916C-349.66	N8450X-89.541Y-14.274Z24.466B25.64C-2.866	N8970X-195.285Y11.432Z-66.733B56.886C-150.358
N7940X-160.333Y16.4Z-25.785B40.456C-350.135	N8460X-69.541Y-14.274Z24.466B25.64C-2.866	N8980X-196.121Y11.123Z-68.131B57.18C-153.281
N7950X-159.384Y15.636Z-24.92B40.149C-350.152	N8470C-2.866	N8990X-196.638Y10.862Z-69.025B57.36C-155.418
N7960X-158.474Y14.933Z-24.102B39.869C-349.963	N8480X-91.466Y-14.442Z20.809B26.382C-1.417	N9000X-197.298Y10.347Z-70.228B57.583C-158.942
N7970X-157.496Y14.199Z-23.23B39.581C-349.566	N8490X-95.688Y-7.08Z19.424B28.319C-21.876	N9010X-197.542Y10.015Z-70.716B57.66C-160.85
N7980X-155.851Y12.998Z-21.785B39.118C-348.506	N8500X-97.646Y-5.376Z18.638B28.937C-26.444	N9020X-197.713Y9.558Z-71.123B57.706C-163.12

N9030X-197.735Y9.036Z-71.305B57.696C-165.306	N9540X-166.71Y22.537Z-35.418B43.991C-338.751	N10060X-135.157Y-20.046Z-3.417B32.375C-290.753
N9040X-197.65Y8.608Z-71.286B57.65C-166.841	N9550X-166.529Y22.233Z-35.215B43.822C-339.857	N10070X-129.604Y-20.851Z0.208B31.23C-295.95
N9050X-197.376Y7.927Z-71.026B57.529C-168.904	N9560X-166.302Y21.875Z-34.965B43.633C-341.035	N10080X-123.899Y-21.485Z3.719B30.129C-301.616
N9060X-197.029Y7.331Z-70.625B57.385C-170.399	N9570X-165.885Y21.265Z-34.514B43.328C-342.785	N10090X-117.191Y-21.947Z7.595B28.933C-308.833
N9070X-196.665Y6.809Z-70.177B57.239C-171.511	N9580X-165.363Y20.572Z-33.964B43C-344.446	N10100X-110.549Y-22.026Z11.194B27.863C-316.812
N9080X-196.24Y6.268Z-69.638B57.071C-172.503	N9590X-164.873Y19.975Z-33.459B42.73C-345.638	N10110X-104.745Y-21.672Z14.172B27.037C-324.816
N9090X-195.809Y5.764Z-69.082B56.904C-173.299	N9600X-164.171Y19.186Z-32.747B42.386C-346.915	N10120X-98.881Y-20.689Z17.056B26.344C-334.571
N9100X-195.216Y5.116Z-68.318B56.677C-174.17	N9610X-163.659Y18.65Z-32.236B42.158C-347.605	N10130X-94.429Y-19.176Z19.2825.973C-344.226
N9110X-194.759Y4.641Z-67.712B56.504C-174.714	N9620X-162.497Y17.529Z-31.101B41.691C-348.616	N10140X-91.466Y-14.442Z20.809B26.382C-1.417
N9120X-194.039Y3.922Z-66.769B56.234C-175.411	N9630X-161.209Y16.397Z-29.87B41.23C-349.082	N10150X-71.466Y-14.442Z50.809B26.382C-1.417
N9130X-193.581Y3.48Z-66.171B56.064C-175.775	N9640X-160.282Y15.633Z-29.001B40.923C-349.099	N10160C-1.417
N9140X-192.83Y2.771Z-65.192B55.786C-176.274	N9650X-159.395Y14.93Z-28.178B40.644C-348.912	N10170X-93.316Y-14.582Z17.132B27.129C-0.042
N9150X-192.032Y2.036Z-64.159B55.494C-176.705	N9660X-158.442Y14.197Z-27.303B40.356C-348.521	N10180X-96.99Y-7.428Z15.929B28.952C-20.08
N9160X-191.534Y1.583Z-63.517B55.312C-176.935	N9670X-156.84Y12.997Z-25.852B39.893C-347.477	N10190X-98.754Y-5.761Z15.209B29.533C-24.581
N9170X-190.913Y1.026Z-62.722B55.087C-177.193	N9680X-155.946Y12.334Z-25.052B39.644C-346.704	N10200X-101.494Y-3.658Z14.019B30.357C-30.113
N9180X-189.786Y0.027Z-61.294B54.682C-177.605	N9690X-154.898Y11.554Z-24.12B39.358C-345.636	N10210X-105.652Y-1.06Z12.088B31.52C-36.813
N9190X-189.098Y-0.576Z-60.43B54.437C-177.841	N9700X-153.977Y10.861Z-23.306B39.11C-344.555	N10220X-111.171Y1.773Z9.325B32.987C-44.079
N9200X-188.306Y-1.264Z-59.445B54.157C-178.11	N9710X-152.767Y9.927Z-22.242B38.788C-342.929	N10230X-115.148Y3.538Z7.201B34.016C-48.648
N9210X-187.443Y-2.008Z-58.381B53.853C-178.417	N9720X-151.683Y9.057Z-21.293B38.502C-341.259	N10240X-119.472Y5.269Z4.768B35.121C-53.203
N9220X-186.53Y-2.79Z-57.265B53.535C-178.768	N9730X-150.743Y8.266Z-20.47B38.254C-339.629	N10250X-123.366Y6.693Z2.464B36.11C-57.041
N9230X-185.684Y-3.506Z-56.241B53.244C-179.127	N9740X-149.745Y7.373Z-19.595B37.99C-337.673	N10260X-126.246Y7.678Z0.689B36.841C-59.76
N9240X-184.718Y4.315Z-55.084B52.915C-179.578	N9750X-148.921Y6.579Z-18.869B37.77C-335.843	N10270X-131.706Y9.404Z-2.841B38.227C-64.708
N9250X-183.92Y4.976Z-54.136B52.646C-179.983	N9760X-148.083Y5.697Z-18.123B37.543C-333.708	N10280X-136.179Y10.696Z-5.904B39.369C-68.625
N9260X-183.016Y-5.717Z-53.07B52.344C-180.47	N9770X-147.337Y4.814Z-17.448B37.336C-331.468	N10290X-140.52Y11.853Z-9.033B40.486C-72.363
N9270X-182.104Y-6.455Z-52.006B52.043C-180.977	N9780X-146.7Y3.941Z-16.855B37.154C-329.145	N10300X-145.043Y12.955Z-12.465B41.663C-76.242
N9280X-181.06Y-7.29Z-50.797B51.702C-181.557	N9790X-146.062Y2.844Z-16.229B36.961C-326.063	N10310X-147.174Y13.436Z-14.147B42.222C-78.081
N9290X-179.999Y-8.13Z-49.582B51.357C-182.114	N9800X-145.673Y1.886Z-15.802B36.829C-323.206	N10320X-148.82Y13.789Z-15.477B42.658C-79.516
N9300X-178.991Y-8.925Z-48.439B51.031C-182.59	N9810X-145.461Y0.878Z-15.492B36.733C-320.003	N10330X-150.326Y14.097Z-16.719B43.059C-80.843
N9310X-177.966Y-9.735Z-47.288B50.7C-182.998	N9820X-145.481Y-0.117Z-15.347B36.689C-316.62	N10340X-151.935Y14.408Z-18.073B43.49C-82.28
N9320X-176.867Y-10.608Z-46.069B50.344C-183.336	N9830X-145.845Y-1.275Z-15.417B36.713C-312.361	N10350X-153.625Y14.712Z-19.527B43.946C-83.821
N9330X-175.562Y-11.657Z-44.643B49.92C-183.6	N9840X-146.645Y-2.432Z-15.795B36.833C-307.697	N10360X-154.315Y14.829Z-20.13B44.133C-84.461
N9340X-174.566Y-12.465Z-43.569B49.594C-183.715	N9850X-147.719Y-3.409Z-16.401B37.024C-303.408	N10370X-157.74Y15.323Z-23.222B45.076C-87.782
N9350X-173.373Y-13.438Z-42.299B49.205C-183.803	N9860X-149.065Y-4.302Z-17.223B37.279C-299.182	N10380X-159.77Y15.523Z-25.144B45.648C-89.927
N9360X-172.429Y-14.2Z-41.306B48.9C-183.892	N9870X-151.024Y-5.305Z-18.483B37.665C-294.094	N10390X-161.149Y15.595Z-26.501B46.045C-91.515
N9370X-171.367Y-15.03Z-40.199B48.566C-184.117	N9880X-152.95Y-6.12Z-19.767B38.051C-289.752	N10400X-162.563Y15.583Z-27.948B46.461C-93.321
N9380X-170.123Y-15.91Z-38.908B48.202C-184.768	N9890X-154.966Y-6.887Z-21.144B38.456C-285.612	N10410X-163.797Y15.463Z-29.276B46.837C-95.136
N9390X-169.237Y-16.425Z-37.989B47.973C-185.674	N9900X-156.601Y-7.489Z-22.273B38.78C-282.444	N10420X-164.106Y15.411Z-29.624B46.933C-95.638
N9400X-168.136Y-16.855Z-36.836B47.741C-187.562	N9910X-158.242Y-8.115Z-23.408B39.095C-279.356	N10430X-164.605Y15.303Z-30.191B47.091C-96.504
N9410X-167.318Y-16.967Z-35.966B47.614C-189.632	N9920X-159.509Y-8.652Z-24.271B39.324C-276.983	N10440X-165.212Y15.134Z-30.905B47.288C-97.642
N9420X-166.069Y-16.717Z-34.608B47.494C-193.959	N9930X-160.66Y-9.237Z-25.025B39.512C-274.765	N10450X-165.842Y14.92Z-31.67B47.497C-98.916
N9430X-165.426Y-16.375Z-33.896B47.461C-196.694	N9940X-161.543Y-9.85Z-25.558B39.625C-272.912	N10460X-166.383Y14.723Z-32.337B47.679C-100.049
N9440X-164.834Y-15.931Z-33.233B47.442C-199.473	N9950X-162.026Y-10.395Z-25.764B39.648C-271.68	N10470X-167.143Y14.455Z-33.278B47.935C-101.635
N9450X-164.3Y-15.43Z-32.63B47.431C-202.163	N9960X-162.23Y-11.109Z-25.685B39.57C-270.622	N10480X-167.993Y14.192Z-34.326B48.222C-103.347
N9460X-163.546Y-14.568Z-31.771B47.418C-206.215	N9970X-161.92Y-11.904Z-25.152B39.352C-270.111	N10490X-169.13Y13.912Z-35.712B48.601C-105.51
N9470X-162.95Y-13.773Z-31.089B47.406C-209.576	N9980X-161.039Y-12.746Z-24.139B38.993C-270.227	N10500X-170.043Y13.733Z-36.818B48.904C-107.163
N9480X-162.177Y-12.615Z-30.204B47.38C-214.082	N9990X-159.884Y-13.468Z-22.958B38.595C-270.781	N10510X-171.264Y13.539Z-38.294B49.308C-109.297
N9485G91Z50	N10000X-157.251Y-14.664Z-20.478B37.786C-272.479	N10520X-172.499Y13.38Z-39.793B49.716C-111.402
N9495G90	N10010X-153.413Y-15.986Z-17.121B36.712C-275.325	N10530X-174.31Y13.192Z-42.018B50.316C-114.443
N9500X-167.302Y23.693Z-36.11B44.738C-333.286	N10020X-147.527Y-17.583Z-12.355B35.202C-280.034	N10540X-176.136Y13.036Z-44.278B50.923C-117.501
N9510X-167.203Y23.474Z-35.989B44.578C-334.528	N10030X-145.576Y-18.04Z-10.857B34.728C-281.654	N10550X-177.656Y12.921Z-46.198B51.432C-120.074
N9520X-167.042Y23.146Z-35.799B44.358C-336.18	N10040X-142.484Y-18.707Z-8.554B34C-284.275	N10560X-179.111Y12.818Z-48.065B51.921C-122.577
N9530X-166.855Y22.792Z-35.581B44.139C-337.74	N10050X-140.095Y-19.179Z-6.832B33.455C-286.344	N10570X-180.575Y12.716Z-49.978B52.416C-125.156



N10580X-181.952Y12.618Z-51.807B52.884C-127.65	N11100X-163.292Y-16.855Z-35.426B46.904C-188.934	N11610X-158.668Y-8.708Z-26.958B39.602C-276.878
N10590X-183.323Y12.515Z-53.663B53.353C-130.223	N11110X-162.096Y-16.578Z-34.155B46.809C-193.311	N11620X-159.704Y-9.304Z-27.634B39.762C-274.667
N10600X-184.662Y12.406Z-55.518B53.812C-132.839	N11120X-161.496Y-16.218Z-33.501B46.794C-196.076	N11630X-160.491Y-9.928Z-28.092B39.851C-272.82
N10610X-185.631Y12.318Z-56.869B54.146C-134.811	N11130X-160.955Y-15.757Z-32.902B46.796C-198.885	N11640X-160.908Y-10.481Z-28.262B39.858C-271.592
N10620X-186.92Y12.184Z-58.718B54.593C-137.568	N11140X-160.476Y-15.238Z-32.364B46.805C-201.603	N11650X-161.055Y-11.205Z-28.147B39.766C-270.542
N10630X-188.091Y12.039Z-60.417B54.999C-140.236	N11150X-159.815Y-14.349Z-31.611B46.827C-205.696	N11660X-160.714Y-12.009Z-27.599B39.542C-270.04
N10640X-189.207Y11.872Z-62.079B55.387C-142.976	N11160X-159.306Y-13.531Z-31.025B46.844C-209.088	N11670X-159.835Y-12.858Z-26.597B39.184C-270.167
N10650X-190.386Y11.642Z-63.878B55.796C-146.162	N11170X-158.662Y-12.345Z-30.278B46.862C-213.634	N11680X-158.703Y-13.585Z-25.442B38.794C-270.732
N10660X-191.39Y11.38Z-65.453B56.143C-149.234	N11175G91Z50	N11690X-156.153Y-14.784Z-23.032B38.006C-272.449
N10670X-192.219Y11.081Z-66.796B56.427C-152.184	N11185G90	N11700X-152.458Y-16.103Z-19.784B36.97C-275.317
N10680X-192.734Y10.827Z-67.656B56.601C-154.34	N11190X-167.914Y23.721Z-40.165B45.491C-332.477	N11710X-146.812Y-17.687Z-15.188B35.519C-280.046
N10690X-193.393Y10.324Z-68.816B56.816C-157.896	N11200X-167.827Y23.498Z-40.054B45.335C-333.703	N11720X-144.945Y-18.138Z-13.733B35.064C-281.67
N10700X-193.638Y9.998Z-69.289B56.89C-159.82	N11210X-167.681Y23.165Z-39.874B45.119C-335.335	N11730X-141.989Y-18.794Z-11.509B34.368C-284.295
N10710X-193.811Y9.547Z-69.684B56.934C-162.11	N11220X-167.506Y22.807Z-39.665B44.904C-336.876	N11740X-139.707Y-19.256Z-9.846B33.847C-286.363
N10720X-193.836Y9.032Z-69.863B56.923C-164.315	N11230X-167.371Y22.55Z-39.505B44.758C-337.873	N11750X-134.996Y-20.1Z-6.545B32.817C-290.763
N10730X-193.754Y8.609Z-69.846B56.877C-165.863	N11240X-167.198Y22.243Z-39.305B44.591C-338.964	N11760X-129.708Y-20.877Z-3.039B31.728C-295.935
N10740X-193.483Y7.935Z-69.597B56.756C-167.944	N11250X-166.98Y21.882Z-39.059B44.403C-340.127	N11770X-124.282Y-21.479Z0.361B30.683C-301.555
N10750X-193.138Y7.343Z-69.211B56.613C-169.452	N11260X-166.577Y21.27Z-38.61B44.099C-341.853	N11780X-117.913Y-21.905Z4.121B29.55C-308.685
N10760X-192.774Y6.826Z-68.777B56.468C-170.574	N11270X-166.069Y20.574Z-38.059B43.773C-343.491	N11790X-111.614Y-21.955Z7.622B28.538C-316.533
N10770X-192.349Y6.287Z-68.254B56.302C-171.576	N11280X-165.592Y19.976Z-37.551B43.504C-344.667	N11800X-106.109Y-21.59Z10.53B27.758C-324.375
N10780X-191.918Y5.786Z-67.714B56.137C-172.379	N11290X-164.906Y19.186Z-36.836B43.159C-345.925	N11810X-100.535Y-20.623Z13.361B27.101C-333.899
N10790X-191.324Y5.141Z-66.963B55.911C-173.259	N11300X-164.404Y18.649Z-36.321B42.931C-346.605	N11820X-96.269Y-19.16Z15.488B26.746C-343.301
N10800X-190.865Y4.668Z-66.38B55.739C-173.808	N11310X-163.269Y17.527Z-35.178B42.463C-347.601	N11830X-93.316Y-14.582Z17.132B27.129C-0.042
N10810X-190.141Y3.952Z-65.46B55.47C-174.511	N11320X-162.011Y16.395Z-33.941B42.002C-348.059	N11840X-73.316Y-14.582Z47.132B27.129C-0.042
N10820X-189.681Y3.511Z-64.877B55.301C-174.879	N11330X-161.107Y15.631Z-33.066B41.695C-348.075	N11850C-0.042
N10830X-188.924Y2.804Z-63.921B55.024C-175.385	N11340X-160.241Y14.929Z-32.24B41.416C-347.891	N11860X-95.086Y-14.697Z13.44B27.881C1.265
N10840X-188.12Y2.07Z-62.911B54.733C-175.82	N11350X-159.311Y14.196Z-31.361B41.128C-347.505	N11870X-98.289Y-7.743Z12.397B29.603C-18.359
N10850X-187.619Y1.619Z-62.284B54.552C-176.053	N11360X-157.749Y12.996Z-29.904B40.666C-346.477	N11880X-99.876Y-6.114Z11.738B30.149C-22.79
N10860X-186.993Y1.062Z-61.507B54.328C-176.314	N11370X-156.877Y12.334Z-29.1B40.417C-345.717	N11890X-102.368Y-6.05Z10.636B30.926C-28.252
N10870X-185.857Y0.066Z-60.118B53.924C-176.732	N11380X-155.854Y11.555Z-28.164B40.131C-344.666	N11900X-106.184Y-1.488Z8.833B32.025C-34.889
N10880X-185.163Y-0.536Z-59.265B53.679C-176.971	N11390X-154.953Y10.862Z-27.344B39.883C-343.602	N11910X-111.29Y1.323Z6.239B33.414C-42.116
N10890X-184.366Y-1.223Z-58.301B53.4C-177.244	N11400X-153.768Y9.93Z-26.273B39.56C-342.003	N11920X-114.992Y3.084Z4.238B34.391C-46.673
N10900X-183.497Y-1.966Z-57.261B53.097C-177.555	N11410X-152.703Y9.061Z-25.314B39.272C-340.362	N11930X-119.033Y4.818Z1.94B35.441C-51.228
N10910X-182.576Y-2.745Z-56.171B52.78C-177.911	N11420X-151.777Y8.271Z-24.481B39.022C-338.759	N11940X-122.685Y6.25Z-0.238B36.383C-55.074
N10920X-181.724Y-3.46Z-55.171B52.49C-178.275	N11430X-150.789Y7.38Z-23.591B38.754C-336.838	N11950X-125.393Y7.242Z-1.917B37.079C-57.802
N10930X-180.753Y-4.267Z-54.041B52.162C-178.732	N11440X-149.969Y6.589Z-22.85B38.53C-335.039	N11960X-130.542Y8.987Z-5.261B38.401C-62.774
N10940X-179.95Y-4.926Z-53.116B51.894C-179.143	N11450X-149.129Y5.709Z-22.086B38.298C-332.942	N11970X-134.773Y10.298Z-8.165B39.492C-66.716
N10950X-179.041Y-5.664Z-52.077B51.594C-179.636	N11460X-148.373Y4.828Z-21.388B38.084C-330.741	N11980X-138.889Y11.473Z-11.133B40.559C-70.481
N10960X-178.124Y-6.399Z-51.038B51.295C-180.15	N11470X-147.719Y3.957Z-20.77B37.894C-328.459	N11990X-143.186Y12.597Z-14.389B41.683C-74.392
N10970X-177.075Y-7.231Z-49.868B50.956C-180.737	N11480X-147.046Y2.863Z-20.106B37.687C-325.43	N12000X-145.213Y13.089Z-15.985B42.218C-76.248
N10980X-176.009Y-8.069Z-48.675B50.613C-181.303	N11490X-146.613Y1.907Z-19.64B37.541C-322.622	N12010X-146.78Y13.451Z-17.247B42.634C-77.695
N10990X-174.995Y-8.861Z-47.568B50.289C-181.786	N11500X-146.339Y0.901Z-19.282B37.427C-319.472	N12020X-148.216Y13.766Z-18.425B43.017C-79.035
N11000X-173.964Y-9.668Z-46.438B49.959C-182.2	N11510X-146.281Y-0.093Z-19.082B37.362C-316.143	N12030X-149.749Y14.086Z-19.708B43.428C-80.486
N11010X-172.858Y-10.539Z-45.248B49.605C-182.544	N11520X-146.527Y-1.251Z-19.075B37.356C-311.948	N12040X-151.359Y14.399Z-21.086B43.864C-82.041
N11020X-171.543Y-11.585Z-43.854B49.181C-182.814	N11530X-147.176Y-2.411Z-19.359B37.44C-307.349	N12050X-152.017Y14.519Z-21.657B44.043C-82.687
N11030X-170.539Y-12.392Z-42.804B48.856C-182.933	N11540X-148.094Y-3.392Z-19.87B37.593C-303.114	N12060X-155.282Y15.032Z-24.583B44.941C-86.04
N11040X-169.336Y-13.364Z-41.563B48.467C-183.024	N11550X-149.273Y-4.291Z-20.589B37.809C-298.934	N12070X-157.215Y15.242Z-26.399B45.485C-88.205
N11050X-168.385Y-14.125Z-40.592B48.163C-183.117	N11560X-151.013Y-5.305Z-21.714B38.143C-293.893	N12080X-158.527Y15.321Z-27.676B45.86C-89.807
N11060X-167.315Y-14.952Z-39.511B47.83C-183.347	N11570X-152.739Y-6.131Z-22.873B38.482C-289.585	N12090X-159.868Y15.317Z-29.034B46.253C-91.629
N11070X-166.066Y-15.829Z-38.254B47.468C-184.008	N11580X-154.558Y-6.91Z-24.122B38.839C-285.47	N12100X-161.033Y15.203Z-30.274B46.605C-93.46
N11080X-165.181Y-16.338Z-37.364B47.244C-184.927	N11590X-156.036Y-7.523Z-25.148B39.125C-282.318	N12110X-161.323Y15.153Z-30.594B46.695C-93.966
N11090X-164.091Y-16.756Z-36.254B47.02C-186.839	N11600X-157.523Y-8.161Z-26.178B39.402C-279.243	N12120X-161.792Y15.048Z-31.124B46.842C-94.839

N12130X-162.359Y14.882Z-31.784B47.024C-95.986	N12650X-174.149Y-6.352Z-50.139B50.544C-179.306	N13160X-148.632Y3.974Z-24.652B38.623C-327.788
N12140X-162.947Y14.672Z-32.49B47.217C-97.27	N12660X-173.094Y-7.179Z-48.99B50.207C-179.901	N13170X-147.922Y2.883Z-23.948B38.403C-324.81
N12150X-163.451Y14.477Z-33.105B47.385C-98.413	N12670X-172.023Y-8.013Z-47.834B49.866C-180.475	N13180X-147.445Y1.929Z-23.442B38.242C-322.047
N12160X-164.159Y14.213Z-33.972B47.622C-100.012	N12680X-171.005Y-8.803Z-46.747B49.544C-180.964	N13190X-147.109Y0.924Z-23.034B38.11C-318.948
N12170X-164.955Y13.956Z-34.948B47.887C-101.739	N12690X-169.968Y-9.607Z-45.652B49.215C-181.386	N13200X-146.972Y-0.069Z-22.777B38.023C-315.671
N12180X-166.025Y13.682Z-36.226B48.241C-103.921	N12700X-168.855Y-10.476Z-44.491B48.862C-181.736	N13210X-147.103Y-1.227Z-22.691B37.987C-311.537
N12190X-166.887Y13.509Z-37.254B48.524C-105.59	N12710X-167.531Y-11.52Z-43.129B48.439C-182.011	N13220X-147.605Y-2.39Z-22.878B38.033C-306.999
N12200X-168.045Y13.323Z-38.631B48.903C-107.746	N12720X-166.52Y-12.326Z-42.103B48.115C-182.134	N13230X-148.371Y-3.375Z-23.292B38.149C-302.815
N12210X-169.22Y13.172Z-40.031B49.287C-109.871	N12730X-165.308Y-13.296Z-40.89B47.726C-182.228	N13240X-149.385Y-4.28Z-23.907B38.324C-298.68
N12220X-170.949Y12.996Z-42.108B49.854C-112.943	N12740X-164.349Y-14.056Z-39.941B47.422C-182.324	N13250X-150.912Y-5.303Z-24.896B38.606C-293.686
N12230X-172.698Y12.852Z-44.237B50.428C-116.032	N12750X-163.273Y-14.881Z-38.885B47.09C-182.559	N13260X-152.445Y-6.139Z-25.929B38.898C-289.41
N12240X-174.158Y12.747Z-46.042B50.911C-118.633	N12760X-162.019Y-15.753Z-37.662B46.731C-183.231	N13270X-154.07Y-6.931Z-27.05B39.207C-285.32
N12250X-175.559Y12.654Z-47.8B51.375C-121.162	N12770X-161.135Y-16.257Z-36.798B46.51C-184.162	N13280X-155.397Y-7.554Z-27.973B39.456C-282.184
N12260X-176.972Y12.563Z-49.603B51.847C-123.768	N12780X-160.054Y-16.663Z-35.729B46.295C-186.099	N13290X-156.731Y-8.204Z-28.899B39.695C-279.121
N12270X-178.304Y12.475Z-51.33852.292C-126.288	N12790X-159.272Y-16.75Z-34.948B46.189C-188.221	N13300X-157.758Y-8.761Z-29.597B39.866C-276.764
N12280X-179.633Y12.383Z-53.085B52.739C-128.888	N12800X-158.126Y-16.445Z-33.749B46.118C-192.65	N13310X-158.683Y-9.368Z-30.194B39.998C-274.56
N12290X-180.934Y12.284Z-54.833B53.179C-131.53	N12810X-157.567Y-16.067Z-33.149B46.12C-195.446	N13320X-159.375Y-10.002Z-30.586B40.063C-272.719
N12300X-181.876Y12.204Z-56.121B53.498C-133.523	N12820X-157.073Y-15.587Z-32.607B46.141C-198.286	N13330X-159.728Y-10.563Z-30.713B40.054C-271.497
N12310X-183.134Y12.081Z-57.868B53.925C-136.308	N12830X-156.648Y-15.05Z-32.13B46.17C-201.033	N13340X-159.818Y-11.296Z-30.563B39.948C-270.454
N12320X-184.278Y11.947Z-59.49B54.314C-139.002	N12840X-156.077Y-14.133Z-31.476B46.225C-205.167	N13350X-159.447Y-12.109Z-30.001B39.718C-269.962
N12330X-185.371Y11.788Z-61.071B54.685C-141.769	N12850X-155.653Y-13.293Z-30.98B46.272C-208.592	N13360X-158.569Y-12.965Z-29.01B39.362C-270.099
N12340X-186.528Y11.571Z-62.785B55.078C-144.985	N12860X-155.137Y-12.078Z-30.362B46.333C-213.179	N13370X-157.462Y-13.695Z-27.882B38.979C-270.675
N12350X-187.517Y11.32Z-64.289B55.411C-148.086	N12865G91Z50	N13380X-154.992Y-14.897Z-25.543B38.214C-272.411
N12360X-188.336Y11.032Z-65.572B55.684C-151.063	N12875G90	N13390X-151.436Y-16.213Z-22.405B37.214C-275.298
N12370X-188.845Y10.785Z-66.396B55.851C-153.239	N12880X-168.436Y23.752Z-44.176B46.236C-331.683	N13400X-146.028Y-17.783Z-17.964B35.823C-280.048
N12380X-189.498Y10.294Z-67.509B56.056C-156.827	N12890X-168.362Y23.525Z-44.076B46.084C-332.894	N13410X-144.243Y-18.227Z-16.569B35.388C-281.676
N12390X-189.742Y9.974Z-67.964B56.127C-158.769	N12900X-168.232Y23.186Z-43.909B45.873C-334.506	N13420X-141.419Y-18.872Z-14.424B34.723C-284.303
N12400X-189.916Y9.531Z-68.344B56.167C-161.079	N12910X-168.072Y22.824Z-43.71B45.661C-336.028	N13430X-139.243Y-19.324Z-12.821B34.227C-286.371
N12410X-189.942Y9.023Z-68.515B56.153C-163.304	N12920X-167.945Y22.564Z-43.557B45.518C-337.013	N13440X-134.754Y-20.146Z-9.637B33.247C-290.761
N12420X-189.861Y8.605Z-68.5B56.107C-164.866	N12930X-167.782Y22.255Z-43.362B45.353C-338.091	N13450X-129.723Y-20.894Z-6.253B32.214C-295.908
N12430X-189.591Y7.937Z-68.258B55.986C-166.965	N12940X-167.575Y21.892Z-43.12B45.167C-339.239	N13460X-124.571Y-21.466Z-2.967B31.225C-301.483
N12440X-189.247Y7.35Z-67.883B55.844C-168.487	N12950X-167.187Y21.276Z-42.676B44.866C-340.942	N13470X-118.533Y-21.856Z0.673B30.155C-308.531
N12450X-188.884Y6.836Z-67.461B55.699C-169.62	N12960X-166.696Y20.578Z-42.127B44.542C-342.559	N13480X-112.569Y-21.879Z4.071B29.202C-316.256
N12460X-188.458Y6.301Z-66.953B55.534C-170.63	N12970X-166.232Y19.978Z-41.619B44.273C-343.719	N13490X-107.358Y-21.503Z6.902B28.469C-323.946
N12470X-188.026Y5.802Z-66.427B55.369C-171.441	N12980X-165.563Y19.187Z-40.901B43.929C-344.96	N13500X-102.07Y-20.55Z9.674B27.851C-333.253
N12480X-187.43Y5.16Z-65.695B55.145C-172.329	N12990X-165.074Y18.65Z-40.384B43.701C-345.63	N13510X-97.995Y-19.132Z11.775B27.514C-342.42
N12490X-186.969Y4.689Z-65.127B54.974C-172.884	N13000X-163.965Y17.527Z-39.236B43.234C-346.612	N13520X-95.086Y-14.697Z13.44B27.881C-358.735
N12500X-186.241Y3.975Z-64.23B54.706C-173.595	N13010X-162.738Y16.395Z-37.993B42.772C-347.064	N13530X-75.086Y-14.697Z43.44B27.881C-358.735
N12510X-185.779Y3.536Z-63.66B54.537C-173.966	N13020X-161.855Y15.631Z-37.114B42.466C-347.079	N13540C1.265
N12520X-185.018Y2.83Z-62.726B54.262C-174.477	N13030X-161.011Y14.929Z-36.284B42.186C-346.898	N13550X-96.773Y-14.789Z9.736B28.636C2.509
N12530X-184.209Y2.099Z-61.739B53.971C-174.918	N13040X-160.103Y14.196Z-35.402B41.899C-346.518	N13560X-99.573Y-8.026Z8.834B30.269C-16.71
N12540X-183.703Y1.648Z-61.126B53.791C-175.154	N13050X-158.578Y12.996Z-33.938B41.437C-345.506	N13570X-101.002Y-6.436Z8.23B30.784C-21.071
N12550X-183.073Y1.093Z-60.366B53.567C-175.418	N13060X-157.726Y12.334Z-33.13B41.187C-344.757	N13580X-103.267Y-4.413Z7.21B31.517C-26.458
N12560X-181.929Y0.098Z-59B53.164C-175.841	N13070X-156.725Y11.556Z-32.187B40.9C-343.722	N13590X-106.766Y-1.89Z5.527B32.556C-33.026
N12570X-181.23Y-0.503Z-58.173B52.92C-176.083	N13080X-155.843Y10.864Z-31.362B40.651C-342.676	N13600X-111.484Y0.895Z3.093B33.872C-40.203
N12580X-180.427Y-1.188Z-57.231B52.641C-176.36	N13090X-154.68Y9.934Z-30.281B40.327C-341.103	N13610X-114.924Y2.649Z1.208B34.798C-44.743
N12590X-179.552Y-1.929Z-56.214B52.339C-176.675	N13100X-153.632Y9.067Z-29.311B40.037C-339.489	N13620X-118.693Y4.381Z-0.959B35.795C-49.291
N12600X-178.625Y-2.707Z-55.148B52.023C-177.037	N13110X-152.717Y8.278Z-28.467B39.784C-337.913	N13630X-122.111Y5.818Z-3.017B36.691C-53.139
N12610X-177.768Y-3.42Z-54.172B51.734C-177.405	N13120X-151.736Y7.389Z-27.561B39.512C-336.024	N13640X-124.653Y6.815Z-4.604B37.353C-55.872
N12620X-176.791Y-4.224Z-53.069B51.407C-177.868	N13130X-150.917Y6.599Z-26.804B39.283C-334.255	N13650X-129.497Y8.575Z-7.769B38.612C-60.86
N12630X-175.984Y-4.882Z-52.166B51.141C-178.284	N13140X-150.073Y5.722Z-26.019B39.044C-332.194	N13660X-133.489Y9.901Z-10.519B39.651C-64.821
N12640X-175.07Y-5.617Z-51.152B50.842C-178.784	N13150X-149.306Y4.843Z-25.297B38.823C-330.031	N13670X-137.381Y11.094Z-13.33B40.668C-68.608



N13680X-141.453Y12.237Z-16.415B41.74C-72.547	N14200X-181.879Y3.555Z-62.522B53.774C-173.035	N14710X-162.526Y15.632Z-41.141B43.233C-346.109
N13690X-143.376Y12.739Z-17.927B42.25C-74.417	N14210X-181.113Y2.851Z-61.609B53.499C-173.552	N14720X-161.702Y14.929Z-40.307B42.954C-345.931
N13700X-144.864Y13.108Z-19.122B42.646C-75.875	N14220X-180.299Y2.121Z-60.645B53.209C-173.997	N14730X-160.815Y14.197Z-39.421B42.666C-345.556
N13710X-146.227Y13.431Z-20.238B43.011C-77.225	N14230X-179.79Y1.672Z-60.045B53.029C-174.236	N14740X-159.325Y12.998Z-37.95B42.203C-344.559
N13720X-147.684Y13.758Z-21.453B43.403C-78.688	N14240X-179.156Y1.118Z-59.302B52.806C-174.503	N14750X-158.491Y12.337Z-37.137B41.953C-343.822
N13730X-149.215Y14.08Z-22.756B43.818C-80.256	N14250X-178.005Y0.125Z-57.965B52.403C-174.932	N14760X-157.511Y11.559Z-36.188B41.666C-342.804
N13740X-149.84Y14.203Z-23.297B43.988C-80.908	N14260X-177.301Y-0.475Z-57.157B52.16C-175.177	N14770X-156.645Y10.868Z-35.356B41.415C-341.774
N13750X-152.942Y14.733Z-26.061B44.842C-84.289	N14270X-176.493Y-1.159Z-56.236B51.881C-175.458	N14780X-155.502Y9.939Z-34.264B41.089C-340.226
N13760X-154.777Y14.954Z-27.77B45.357C-86.473	N14280X-175.612Y-1.899Z-55.242B51.58C-175.777	N14790X-154.467Y9.073Z-33.282B40.796C-338.638
N13770X-156.02Y15.04Z-28.97B45.711C-88.088	N14290X-174.68Y-2.675Z-54.2B51.265C-176.144	N14800X-153.561Y8.286Z-32.424B40.539C-337.088
N13780X-157.286Y15.043Z-30.24B46.08C-89.925	N14300X-173.818Y-3.386Z-53.246B50.976C-176.516	N14810X-152.585Y7.399Z-31.502B40.262C-335.23
N13790X-158.381Y14.935Z-31.394B46.408C-91.769	N14310X-172.835Y-4.188Z-52.169B50.651C-176.986	N14820X-151.766Y6.611Z-30.728B40.028C-333.491
N13800X-158.652Y14.886Z-31.691B46.491C-92.28	N14320X-172.024Y-4.844Z-51.287B50.385C-177.408	N14830X-150.916Y5.735Z-29.923B39.782C-331.464
N13810X-159.089Y14.784Z-32.18B46.628C-93.158	N14330X-171.105Y-5.577Z-50.297B50.088C-177.914	N14840X-150.135Y4.859Z-29.173B39.553C-329.336
N13820X-159.616Y14.621Z-32.787B46.795C-94.315	N14340X-170.18Y-6.307Z-49.309B49.791C-178.443	N14850X-149.441Y3.993Z-28.499B39.343C-327.13
N13830X-160.16Y14.414Z-33.434B46.971C-95.608	N14350X-169.121Y-7.132Z-48.189B49.455C-179.046	N14860X-148.693Y2.903Z-27.753B39.108C-324.2
N13840X-160.625Y14.222Z-33.997B47.125C-96.759	N14360X-168.045Y-7.964Z-47.062B49.116C-179.628	N14870X-148.171Y1.952Z-27.205B38.932C-321.482
N13850X-161.281Y13.963Z-34.792B47.341C-98.37	N14370X-167.022Y-8.751Z-46.002B48.795C-180.125	N14880X-147.773Y0.948Z-26.746B38.781C-318.431
N13860X-162.021Y13.71Z-35.682B47.585C-100.111	N14380X-165.98Y-9.553Z-44.933B48.468C-180.552	N14890X-147.559Y-0.044Z-26.429B38.672C-315.203
N13870X-163.021Y13.443Z-36.868B47.912C-102.312	N14390X-164.86Y-10.419Z-43.799B48.116C-180.908	N14900X-147.576Y-1.203Z-26.261B38.604C-311.127
N13880X-163.83Y13.275Z-37.819B48.175C-103.996	N14400X-163.529Y-11.461Z-42.47B47.694C-181.189	N14910X-147.934Y-2.368Z-26.351B38.613C-306.649
N13890X-164.922Y13.097Z-39.097B48.528C-106.171	N14410X-162.511Y-12.266Z-41.467B47.37C-181.315	N14920X-148.551Y-3.357Z-26.666B38.691C-302.514
N13900X-166.034Y12.954Z-40.4B48.888C-108.316	N14420X-161.29Y-13.234Z-40.282B46.982C-181.414	N14930X-149.405Y-4.267Z-27.176B38.826C-298.422
N13910X-167.676Y12.79Z-42.337B49.42C-111.418	N14430X-160.325Y-13.993Z-39.355B46.678C-181.512	N14940X-150.724Y-5.3Z-28.027B39.055C-293.472
N13920X-169.342Y12.658Z-44.327B49.961C-114.539	N14440X-159.243Y-14.817Z-38.325B46.347C-181.752	N14950X-152.068Y-6.146Z-28.934B39.299C-289.228
N13930X-170.739Y12.564Z-46.018B50.416C-117.165	N14450X-157.984Y-15.684Z-37.133B45.99C-182.435	N14960X-153.505Y-6.949Z-29.927B39.562C-285.163
N13940X-172.081Y12.481Z-47.667B50.855C-119.72	N14460X-157.101Y-16.182Z-36.294B45.772C-183.379	N14970X-154.683Y-7.582Z-30.748B39.772C-282.042
N13950X-173.438Y12.401Z-49.36B51.301C-122.353	N14470X-156.028Y-16.577Z-35.263B45.565C-185.342	N14980X-155.87Y-8.243Z-31.57B39.974C-278.991
N13960X-174.72Y12.324Z-50.984B51.723C-124.899	N14480X-155.261Y-16.65Z-34.509B45.468C-187.49	N14990X-156.781Y-8.81Z-32.186B40.115C-276.643
N13970X-176.002Y12.242Z-52.637B52.148C-127.525	N14490X-154.161Y-16.317Z-33.39B45.42C-191.974	N15000X-157.597Y-9.427Z-32.705B40.219C-274.446
N13980X-177.26Y12.154Z-54.285B52.565C-130.195	N14500X-153.64Y-15.921Z-32.839B45.439C-194.803	N15010X-158.196Y-10.071Z-33.033B40.26C-272.611
N13990X-178.173Y12.082Z-55.5B52.868C-132.207	N14510X-153.192Y-15.422Z-32.351B45.478C-197.675	N15020X-158.486Y-10.641Z-33.117B40.235C-271.395
N14000X-179.393Y11.97Z-57.151B53.274C-135.02	N14520X-152.817Y-14.866Z-31.93B45.527C-200.452	N15030X-158.52Y-11.383Z-32.932B40.117C-270.359
N14010X-180.506Y11.846Z-58.68B53.645C-137.742	N14530X-152.334Y-13.921Z-31.368B45.613C-204.629	N15040X-158.121Y-12.204Z-32.357B39.88C-269.875
N14020X-181.571Y11.698Z-60.184B53.999C-140.535	N14540X-151.994Y-13.058Z-30.955B45.689C-208.087	N15050X-157.244Y-13.066Z-31.378B39.525C-270.024
N14030X-182.702Y11.493Z-61.811B54.373C-143.783	N14550X-151.602Y-11.813Z-30.46B45.792C-212.717	N15060X-156.161Y-13.799Z-30.276B39.15C-270.61
N14040X-183.67Y11.254Z-63.24B54.691C-146.914	N14555G91Z50	N15070X-153.77Y-15.003Z-28.01B38.408C-272.364
N14050X-184.473Y10.976Z-64.461B54.951C-149.919	N14565G90	N15080X-150.351Y-16.315Z-24.982B37.446C-275.271
N14060X-184.974Y10.736Z-65.246B55.109C-152.115	N14570X-168.87Y23.785Z-48.142B46.973C-330.901	N15090X-145.174Y-17.87Z-20.706B36.114C-280.04
N14070X-185.618Y10.257Z-66.307B55.304C-155.736	N14580X-168.809Y23.554Z-48.055B46.825C-332.1	N15100X-143.469Y-18.308Z-19.363B35.7C-281.671
N14080X-185.858Y9.944Z-66.741B55.37C-157.696	N14590X-168.696Y23.211Z-47.903B46.619C-333.693	N15110X-140.776Y-18.941Z-17.3835.066C-284.3
N14090X-186.029Y9.508Z-67.102B55.406C-160.027	N14600X-168.551Y22.844Z-47.716B46.412C-335.197	N15120X-138.702Y-19.384Z-15.757B34.595C-286.368
N14100X-186.054Y9.007Z-67.264B55.389C-162.272	N14610X-168.435Y22.581Z-47.569B46.271C-336.171	N15130X-134.431Y-20.183Z-12.692B33.666C-290.749
N14110X-185.973Y8.594Z-67.246B55.341C-163.849	N14620X-168.282Y22.269Z-47.382B46.108C-337.235	N15140X-129.653Y-20.903Z-9.431B32.688C-295.87
N14120X-185.703Y7.933Z-67.009B55.218C-165.967	N14630X-168.086Y21.904Z-47.145B45.925C-338.369	N15150X-124.768Y-21.445Z-6.263B31.755C-301.402
N14130X-185.359Y7.351Z-66.643B55.076C-167.503	N14640X-167.716Y21.285Z-46.708B45.628C-340.052	N15160X-119.053Y-21.801Z-2.748B30.749C-308.371
N14140X-184.995Y6.84Z-66.232B54.932C-168.646	N14650X-167.242Y20.584Z-46.164B45.306C-341.648	N15170X-113.416Y-21.798Z0.542B29.856C-315.98
N14150X-184.569Y6.309Z-65.736B54.767C-169.666	N14660X-166.792Y19.982Z-45.657B45.038C-342.793	N15180X-108.492Y-21.411Z3.291B29.17C-323.527
N14160X-184.136Y5.813Z-65.224B54.603C-170.485	N14670X-166.142Y19.189Z-44.94B44.696C-344.018	N15190X-103.487Y-20.47Z5.996B28.593C-332.632
N14170X-183.537Y5.173Z-64.509B54.379C-171.382	N14680X-165.666Y18.651Z-44.422B44.468C-344.679	N15200X-99.607Y-19.092Z8.063B28.278C-341.579
N14180X-183.075Y4.704Z-63.955B54.209C-171.942	N14690X-164.585Y17.528Z-43.27B44.001C-345.648	N15210X-96.773Y-14.789Z9.736B28.636C-357.491
N14190X-182.344Y3.993Z-63.079B53.942C-172.66	N14700X-163.387Y16.395Z-42.022B43.54C-346.094	N15220X-76.773Y-14.789Z39.736B28.636C-357.491

N15230C2.509	N15750X-181.126Y10.68Z-64.207B54.379C-150.967	N16260X-169.215Y23.82Z-52.059B47.699C-330.133
N15240X-98.372Y-14.86Z6.022B29.393C3.694	N15760X-181.755Y10.214Z-65.212B54.56C-154.622	N16270X-169.168Y23.585Z-51.986B47.556C-331.318
N15250X-100.832Y-8.28Z5.242B30.949C-15.13	N15770X-181.999Y.907Z-65.621B54.62C-156.6	N16280X-169.073Y23.237Z-51.851B47.356C-332.894
N15260X-102.121Y-6.728Z4.689B31.436C-19.419	N15780X-182.156Y9.479Z-65.962B54.651C-158.953	N16290X-168.945Y22.865Z-51.679B47.154C-334.381
N15270X-104.18Y-4.747Z3.744B32.129C-24.729	N15790X-182.178Y8.985Z-66.111B54.63C-161.219	N16300X-168.839Y22.601Z-51.548B47.016C-335.344
N15280X-107.387Y-2.265Z2.174B33.112C-31.222	N15800X-182.095Y8.577Z-66.088B54.579C-162.81	N16310X-168.697Y22.286Z-51.361B46.857C-336.396
N15290X-111.742Y0.49Z-0.11B34.357C-38.342	N15810X-181.823Y7.923Z-65.852B54.455C-164.948	N16320X-168.514Y21.918Z-51.132B46.677C-337.517
N15300X-114.933Y2.232Z-1.883B35.235C-42.859	N15820X-181.477Y7.346Z-65.492B54.312C-166.498	N16330X-168.162Y21.295Z-50.705B46.383C-339.18
N15310X-118.443Y3.96Z-3.926B36.182C-47.394	N15830X-181.113Y6.839Z-65.09B54.167C-167.652	N16340X-167.707Y20.592Z-50.167B46.064C-340.756
N15320X-121.636Y5.397Z-5.869B37.032C-51.237	N15840X-180.685Y6.31Z-64.605B54.003C-168.682	N16350X-167.273Y19.988Z-49.664B45.798C-341.888
N15330X-124.016Y6.398Z-7.368B37.661C-53.971	N15850X-180.25Y5.817Z-64.105B53.838C-169.509	N16360X-166.642Y19.193Z-48.949B45.457C-343.098
N15340X-128.562Y8.169Z-10.36B38.858C-58.968	N15860X-179.649Y5.18Z-63.407B53.615C-170.414	N16370X-166.179Y18.655Z-48.432B45.23C-343.751
N15350X-132.32Y9.507Z-12.961B39.846C-62.943	N15870X-179.185Y4.713Z-62.865B53.445C-170.98	N16380X-165.126Y17.53Z-47.278B44.764C-344.707
N15360X-135.991Y10.715Z-15.621B40.814C-66.748	N15880X-178.45Y4.004Z-62.009B53.179C-171.705	N16390X-163.958Y16.397Z-46.027B44.303C-345.148
N15370X-139.839Y11.876Z-18.54B41.834C-70.709	N15890X-177.983Y3.567Z-61.465B53.011C-172.085	N16400X-163.118Y15.633Z-45.142B43.997C-345.164
N15380X-141.659Y12.386Z-19.97B42.319C-72.59	N15900X-177.213Y2.866Z-60.572B52.736C-172.607	N16410X-162.313Y14.931Z-44.305B43.717C-344.988
N15390X-143.067Y12.763Z-21.101B42.696C-74.059	N15910X-176.395Y2.137Z-59.629B52.447C-173.057	N16420X-161.447Y14.199Z-43.415B43.429C-344.619
N15400X-144.358Y13.092Z-22.155B43.043C-75.418	N15920X-175.883Y1.689Z-59.043B52.267C-173.299	N16430X-159.989Y13Z-41.936B42.966C-343.637
N15410X-145.738Y13.427Z-23.303B43.415C-76.891	N15930X-175.245Y1.136Z-58.316B52.044C-173.569	N16440X-159.172Y12.34Z-41.118B42.715C-342.912
N15420X-147.189Y13.755Z-24.534B43.809C-78.47	N15940X-174.086Y0.145Z-57.009B51.642C-174.004	N16450X-158.21Y11.563Z-40.162B42.426C-341.909
N15430X-147.781Y13.882Z-25.045B43.971C-79.127	N15950X-173.379Y-0.454Z-56.218B51.399C-174.252	N16460X-157.359Y10.873Z-39.323B42.174C-340.895
N15440X-150.719Y14.428Z-27.65B44.779C-82.533	N15960X-172.566Y-1.137Z-55.318B51.121C-174.536	N16470X-156.233Y9.945Z-38.219B41.844C-339.371
N15450X-152.455Y14.659Z-29.256B45.265C-84.733	N15970X-171.68Y1.875Z-54.345B50.821C-174.86	N16480X-155.21Y9.081Z-37.223B41.548C-337.808
N15460X-153.627Y14.751Z-30.38B45.598C-86.36	N15980X-170.742Y-2.649Z-53.327B50.506C-175.231	N16490X-154.311Y8.296Z-36.352B41.287C-336.283
N15470X-154.818Y14.761Z-31.564B45.942C-88.21	N15990X-169.876Y-3.359Z-52.395B50.218C-175.608	N16500X-153.338Y7.41Z-35.411B41.005C-334.455
N15480X-155.84Y14.66Z-32.633B46.246C-90.067	N16000X-168.888Y-4.159Z-51.342B49.893C-176.084	N16510X-152.517Y6.624Z-34.618B40.765C-332.743
N15490X-156.092Y14.612Z-32.907B46.323C-90.581	N16010X-168.073Y-4.812Z-50.482B49.628C-176.511	N16520X-151.658Y5.75Z-33.787B40.511C-330.749
N15500X-156.497Y14.512Z-33.356B46.447C-91.465	N16020X-167.15Y-5.543Z-49.516B49.332C-177.025	N16530X-150.863Y4.876Z-33.012B40.273C-328.655
N15510X-156.983Y14.352Z-33.911B46.6C-92.629	N16030X-166.221Y-6.27Z-48.551B49.037C-177.56	N16540X-150.147Y4.012Z-32.308B40.053C-326.484
N15520X-157.482Y14.148Z-34.501B46.76C-93.931	N16040X-165.158Y-7.093Z-47.458B48.702C-178.171	N16550X-149.361Y2.925Z-31.519B39.802C-323.601
N15530X-157.908Y13.96Z-35.013B46.898C-95.089	N16050X-164.077Y-7.921Z-46.359B48.364C-178.761	N16560X-148.792Y1.975Z-30.927B39.611C-320.925
N15540X-158.509Y13.704Z-35.736B47.094C-96.712	N16060X-163.049Y-8.706Z-45.324B48.045C-179.266	N16570X-148.333Y0.973Z-30.415B39.44C-317.92
N15550X-159.192Y13.456Z-36.548B47.316C-98.465	N16070X-162.002Y-9.505Z-44.282B47.719C-179.7	N16580X-148.043Y-0.019Z-30.037B39.308C-314.738
N15560X-160.119Y13.196Z-37.635B47.615C-100.683	N16080X-160.878Y-10.369Z-43.176B47.367C-180.062	N16590X-147.947Y-1.178Z-29.786B39.209C-310.719
N15570X-160.875Y13.033Z-38.511B47.858C-102.381	N16090X-159.538Y-11.409Z-41.877B46.946C-180.348	N16600X-148.164Y-2.345Z-29.777B39.179C-306.297
N15580X-161.897Y12.862Z-39.691B48.185C-104.574	N16100X-158.514Y-12.212Z-40.898B46.623C-180.477	N16610X-148.636Y-3.337Z-29.991B39.219C-302.209
N15590X-162.943Y12.727Z-40.897B48.519C-106.739	N16110X-157.286Y-13.18Z-39.748B46.235C-180.579	N16620X-149.335Y-4.254Z-30.395B39.313C-298.159
N15600X-164.494Y12.575Z-42.696B49.015C-109.87	N16120X-156.316Y-13.938Z-38.835B45.931C-180.68	N16630X-150.451Y-5.295Z-31.108B39.491C-293.253
N15610X-166.073Y12.455Z-44.547B49.521C-113.02	N16130X-155.227Y-14.759Z-37.838B45.6C-180.925	N16640X-151.611Y-6.151Z-31.889B39.687C-289.04
N15620X-167.4Y12.372Z-46.124B49.948C-115.672	N16140X-153.965Y-15.622Z-36.669B45.246C-181.618	N16650X-152.865Y-6.965Z-32.754B39.902C-284.998
N15630X-168.68Y12.299Z-47.663B50.36C-118.252	N16150X-153.082Y-16.115Z-35.854B45.031C-182.576	N16660X-153.898Y-7.608Z-33.472B40.074C-281.893
N15640X-169.977Y12.229Z-49.247B50.78C-120.912	N16160X-152.015Y-16.497Z-34.857B44.831C-184.566	N16670X-154.94Y-8.279Z-34.191B40.239C-278.855
N15650X-171.204Y12.163Z-50.767B51.178C-123.483	N16170X-151.26Y-16.558Z-34.135B44.742C-186.742	N16680X-155.739Y-8.855Z-34.725B40.35C-276.514
N15660X-172.435Y12.092Z-52.317B51.578C-126.136	N16180X-150.202Y-16.196Z-33.082B44.716C-191.282	N16690X-156.447Y-9.482Z-35.168B40.426C-274.325
N15670X-173.645Y12.015Z-53.864B51.972C-128.832	N16190X-149.717Y-15.78Z-32.575B44.75C-194.146	N16700X-156.956Y-10.136Z-35.431B40.444C-272.497
N15680X-174.524Y11.951Z-55.007B52.259C-130.865	N16200X-149.313Y-15.262Z-32.136B44.807C-197.052	N16710X-157.185Y-10.713Z-35.474B40.403C-271.285
N15690X-175.703Y11.85Z-56.568B52.643C-133.706	N16210X-148.986Y-14.687Z-31.766B44.874C-199.86	N16720X-157.165Y-11.464Z-35.255B40.271C-270.257
N15700X-176.78Y11.737Z-58.006B52.993C-136.455	N16220X-148.588Y-13.714Z-31.289B44.992C-204.082	N16730X-156.737Y-12.293Z-34.668B40.027C-269.783
N15710X-177.812Y11.6Z-59.419B53.329C-139.276	N16230X-148.328Y-12.827Z-30.954B45.096C-207.575	N16740X-155.861Y-13.161Z-33.701B39.675C-269.942
N15720X-178.911Y11.407Z-60.955B53.683C-142.555	N16240X-148.058Y-11.551Z-30.573B45.24C-212.248	N16750X-154.801Y-13.898Z-32.627B39.308C-270.538
N15730X-179.854Y11.179Z-62.307B53.984C-145.716	N16245G91Z50	N16760X-152.487Y-15.103Z-30.434B38.588C-272.309
N15740X-180.637Y10.912Z-63.463B54.229C-148.75	N16255G90	N16770X-149.203Y-16.409Z-27.517B37.664C-275.236



N16780X-144.253Y-17.949Z-23.407B36.392C-280.022	N17300X-162.892Y12.243Z-44.895B49.11C-111.477	N17820X-151.23Y-14.709Z-37.403B44.852C-180.077
N16790X-142.627Y-18.381Z-22.117B35.998C-281.657	N17310X-164.147Y12.17Z-46.357B49.508C-114.154	N17830X-149.963Y-15.568Z-36.271B44.499C-180.781
N16800X-140.061Y-19.002Z-20.135B35.397C-284.288	N17320X-165.359Y12.108Z-47.788B49.892C-116.759	N17840X-149.079Y-16.054Z-35.479B44.287C-181.753
N16810X-138.088Y-19.435Z-18.653B34.95C-286.355	N17330X-166.591Y12.049Z-49.261B50.284C-119.444	N17850X-148.018Y-16.425Z-34.514B44.093C-183.77
N16820X-134.029Y-20.211Z-15.709B34.071C-290.726	N17340X-167.76Y11.993Z-50.679B50.657C-122.041	N17860X-147.273Y-16.472Z-33.82B44.012C-185.976
N16830X-129.498Y-20.904Z-12.574B33.15C-295.823	N17350X-168.935Y11.933Z-52.125B51.032C-124.719	N17870X-146.252Y-16.081Z-32.824B44.005C-190.575
N16840X-124.874Y-21.416Z-9.526B32.273C-301.313	N17360X-170.092Y11.866Z-53.57B51.401C-127.443	N17880X-145.8Y-15.646Z-32.357B44.055C-193.474
N16850X-119.474Y-21.741Z-6.139B31.332C-308.206	N17370X-170.935Y11.811Z-54.639B51.67C-129.495	N17890X-145.436Y-15.107Z-31.963B44.128C-196.415
N16860X-114.156Y-21.711Z-2.963B30.498C-315.705	N17380X-172.066Y11.722Z-56.094B52.031C-132.365	N17900X-145.155Y-14.513Z-31.64B44.214C-199.256
N16870X-109.514Y-21.313Z-0.301B29.861C-323.117	N17390X-173.102Y11.619Z-57.449B52.36C-135.141	N17910X-144.839Y-13.51Z-31.241B44.361C-203.524
N16880X-104.789Y-20.383Z-2.331B29.327C-332.033	N17400X-174.098Y11.493Z-58.776B52.675C-137.989	N17920X-144.657Y-12.6Z-30.978B44.493C-207.054
N16890X-101.107Y-19.042Z-3.57B29.036C-340.773	N17410X-175.159Y11.313Z-60.219B53.008C-141.301	N17930X-144.506Y-11.293Z-30.704B44.676C-211.772
N16900X-98.372Y-14.862Z.022B29.393C-356.306	N17420X-176.071Y11.097Z-61.49B53.29C-144.492	N17935G91Z50
N16910X-78.372Y-14.862Z.022B29.393C-356.306	N17430X-176.831Y10.841Z-62.579B53.52C-147.556	N17945G90
N16920C3.694	N17440X-177.305Y10.617Z-63.279B53.659C-149.794	N17950X-169.473Y23.857Z-55.925B48.416C-329.375
N16930X-99.882Y-14.911Z.2.303B30.151C4.826	N17450X-177.914Y10.163Z-64.223B53.826C-153.484	N17960X-169.44Y23.618Z-55.867B48.278C-330.548
N16940X-102.06Y-8.505Z1.625B31.641C-13.615	N17460X-178.141Y9.863Z-64.607B53.879C-155.481	N17970X-169.364Y23.265Z-55.751B48.084C-332.107
N16950X-103.222Y-6.991Z1.118B32.102C-17.832	N17470X-178.299Y9.443Z-64.923B53.903C-157.855	N17980X-169.253Y22.889Z-55.595B47.888C-333.579
N16960X-105.097Y-5.052Z0.243B32.759C-23.064	N17480X-178.315Y8.957Z-65.055B53.876C-160.143	N17990X-169.158Y22.622Z-55.467B47.753C-334.531
N16970X-108.035Y-2.613Z-1.223B33.69C-29.478	N17490X-178.228Y8.554Z-65.026B53.823C-161.749	N18000X-169.029Y22.304Z-55.297B47.598C-335.572
N16980X-112.052Y0.107Z-3.365B34.87C-36.533	N17500X-177.953Y7.906Z-64.788B53.696C-163.907	N18010X-168.858Y21.933Z-55.078B47.421C-336.68
N16990X-115.009Y1.835Z-5.033B35.702C-41.022	N17510X-177.605Y7.334Z-64.433B53.551C-165.472	N18020X-168.525Y21.307Z-54.663B47.131C-338.324
N17000X-118.272Y3.556Z-6.958B36.599C-45.537	N17520X-177.238Y6.831Z-64.038B53.406C-166.637	N18030X-168.091Y20.6Z-54.134B46.816C-339.883
N17010X-121.249Y4.991Z-8.79B37.406C-49.371	N17530X-176.809Y6.305Z-63.562B53.24C-167.677	N18040X-167.672Y19.995Z-53.636B46.553C-341.002
N17020X-123.472Y5.993Z-10.205B38.003C-52.103	N17540X-176.372Y5.815Z-63.072B53.076C-168.512	N18050X-167.063Y19.199Z-52.925B46.214C-342.197
N17030X-127.73Y7.77Z-13.03B39.139C-57.102	N17550X-175.769Y5.181Z-62.389B52.853C-169.426	N18060X-166.613Y18.659Z-52.409B45.988C-342.843
N17040X-131.259Y9.118Z-15.488B40.077C-61.085	N17560X-175.302Y4.716Z-61.86B52.683C-169.998	N18070X-165.589Y17.533Z-51.256B45.523C-343.788
N17050X-134.713Y10.338Z-18.001B40.996C-64.903	N17570X-174.564Y4.009Z-61.022B52.416C-170.731	N18080X-164.45Y16.4Z-50.003B45.063C-344.224
N17060X-138.34Y11.514Z-20.759B41.965C-68.881	N17580X-174.094Y3.574Z-60.49B52.249C-171.114	N18090X-163.63Y15.636Z-49.115B44.756C-344.24
N17070X-140.057Y12.032Z-22.11B42.425C-70.772	N17590X-173.321Y2.874Z-59.616B51.975C-171.642	N18100X-162.843Y14.934Z-48.276B44.477C-344.067
N17080X-141.386Y12.415Z-23.178B42.782C-72.248	N17600X-172.498Y2.147Z-58.694B51.686C-172.097	N18110X-161.997Y14.201Z-47.382B44.188C-343.705
N17090X-142.605Y12.751Z-24.173B43.111C-73.615	N17610X-171.984Y1.7Z-58.12B51.506C-172.342	N18120X-160.569Y13.004Z-45.895B43.723C-342.738
N17100X-143.908Y13.092Z-25.256B43.464C-75.097	N17620X-171.342Y1.148Z-57.409B51.283C-172.615	N18130X-159.768Y12.344Z-45.071B43.471C-342.023
N17110X-145.278Y13.428Z-26.417B43.837C-76.686	N17630X-170.177Y0.159Z-56.131B50.882C-173.054	N18140X-158.823Y11.568Z-44.107B43.18C-341.035
N17120X-145.838Y13.557Z-26.897B43.989C-77.346	N17640X-169.466Y-0.439Z-55.358B50.639C-173.305	N18150X-157.985Y10.878Z-43.26B42.927C-340.037
N17130X-148.611Y14.118Z-29.347B44.753C-80.774	N17650X-168.648Y-1.121Z-54.477B50.361C-173.594	N18160X-156.873Y9.952Z-42.142B42.593C-338.537
N17140X-150.246Y14.358Z-30.853B45.209C-82.988	N17660X-167.758Y-1.858Z-53.526B50.061C-173.921	N18170X-155.86Y9.089Z-41.133B42.293C-336.998
N17150X-151.348Y14.456Z-31.902B45.52C-84.626	N17670X-166.816Y-2.63Z-52.531B49.746C-174.297	N18180X-154.966Y8.306Z-40.246B42.028C-335.496
N17160X-152.461Y14.473Z-33.003B45.84C-86.487	N17680X-165.945Y-3.338Z-51.62B49.459C-174.679	N18190X-153.994Y7.422Z-39.285B41.739C-333.696
N17170X-153.412Y14.377Z-33.988B46.12C-88.355	N17690X-164.953Y-4.136Z-50.592B49.135C-175.161	N18200X-153.169Y6.638Z-38.472B41.493C-332.012
N17180X-153.644Y14.331Z-34.238B46.189C-88.872	N17700X-164.134Y-4.787Z-49.751B48.871C-175.594	N18210X-152.301Y5.766Z-37.616B41.231C-330.049
N17190X-154.016Y14.233Z-34.648B46.302C-89.761	N17710X-163.207Y-5.516Z-48.808B48.575C-176.114	N18220X-151.49Y4.894Z-36.813B40.983C-327.988
N17200X-154.46Y14.076Z-35.153B46.439C-90.931	N17720X-162.274Y-6.241Z-47.867B48.281C-176.656	N18230X-150.751Y4.031Z-36.077B40.752C-325.851
N17210X-154.913Y13.875Z-35.685B46.582C-92.241	N17730X-161.207Y-7.061Z-46.8B47.947C-177.276	N18240X-149.926Y2.947Z-35.243B40.486C-323.012
N17220X-155.3Y13.689Z-36.147B46.706C-93.406	N17740X-160.122Y-7.886Z-45.727B47.611C-177.874	N18250X-149.312Y1.999Z-34.606B40.277C-320.376
N17230X-155.846Y13.437Z-36.8B46.881C-95.038	N17750X-159.09Y-8.668Z-44.718B47.292C-178.386	N18260X-148.791Y0.998Z-34.039B40.086C-317.415
N17240X-156.469Y13.194Z-37.535B47.081C-96.803	N17760X-158.039Y-9.465Z-43.701B46.967C-178.827	N18270X-148.425Y0.007Z-33.683Y9.931C-314.278
N17250X-157.322Y12.94Z-38.525B47.352C-99.037	N17770X-156.909Y-10.327Z-42.621B46.616C-179.194	N18280X-148.22Y-1.152Z-33.264B39.8C-310.312
N17260X-158.022Y12.782Z-39.326B47.573C-100.747	N17780X-155.563Y-11.364Z-41.353B46.196C-179.486	N18290X-148.298Y-2.321Z-33.153B39.732C-305.944
N17270X-158.973Y12.619Z-40.409B47.873C-102.958	N17790X-154.533Y-12.166Z-40.397B45.873C-179.619	N18300X-148.629Y-3.317Z-33.267B39.733C-301.902
N17280X-159.95Y12.491Z-41.52B48.181C-105.141	N17800X-153.299Y-13.133Z-39.267B45.485C-179.723	N18310X-149.176Y-4.239Z-33.563B39.787C-297.892
N17290X-161.404Y12.35Z-43.18B48.64C-108.298	N17810X-152.323Y-13.89Z-38.384B45.182C-179.827	N18320X-150.094Y-5.288Z-34.138B39.911C-293.028

N18330X-151.075Y-6.153Z-34.792B40.06C-288.845	N18850X-150.216Y14.178Z-34.551B45.774C-84.758	N19370X-162.028Y-3.325Z-50.923B48.7C-173.728
N18340X-152.15Y-6.978Z-35.529B40.227C-284.828	N18860X-151.093Y14.088Z-35.455B46.029C-86.636	N19380X-161.032Y-4.121Z-49.918B48.377C-174.216
N18350X-153.042Y-7.63Z-36.146B40.362C-281.737	N18870X-151.306Y14.043Z-35.683B46.091C-87.155	N19390X-160.21Y-4.77Z-49.097B48.113C-174.655
N18360X-153.944Y-8.312Z-36.762B40.488C-278.711	N18880X-151.646Y13.947Z-36.055B46.193C-88.049	N19400X-159.279Y-5.496Z-48.175B47.818C-175.181
N18370X-154.633Y-8.897Z-37.216B40.57C-276.379	N18890X-152.047Y13.792Z-36.509B46.314C-89.225	N19410X-158.343Y-6.218Z-47.256B47.524C-175.731
N18380X-155.236Y-9.534Z-37.583B40.618C-274.197	N18900X-152.454Y13.595Z-36.986B46.44C-90.54	N19420X-157.271Y-7.035Z-46.215B47.191C-176.359
N18390X-155.656Y-10.197Z-37.783B40.612C-272.376	N18910X-152.801Y13.411Z-37.398B46.549C-91.711	N19430X-156.182Y-7.858Z-45.168B46.856C-176.965
N18400X-155.825Y-10.782Z-37.784B40.556C-271.17	N18920X-153.291Y13.162Z-37.981B46.703C-93.352	N19440X-155.147Y-8.637Z-44.183B46.538C-177.484
N18410X-155.752Y-11.541Z-37.533B40.41C-270.149	N18930X-153.853Y12.924Z-38.642B46.879C-95.127	N19450X-154.091Y-9.432Z-43.19B46.214C-177.931
N18420X-155.296Y-12.377Z-36.935B40.161C-269.684	N18940X-154.631Y12.675Z-39.536B47.122C-97.374	N19460X-152.957Y-10.291Z-42.136B45.864C-178.305
N18430X-154.422Y-13.25Z-35.988B39.811C-269.854	N18950X-155.273Y12.523Z-40.263B47.322C-99.096	N19470X-151.605Y-11.327Z-40.899B45.444C-178.602
N18440X-153.384Y-13.989Z-34.935B39.451C-270.46	N18960X-156.15Y12.366Z-41.25B47.594C-101.323	N19480X-150.571Y-12.128Z-39.966B45.121C-178.738
N18450X-151.146Y-15.195Z-32.815B38.755C-272.248	N18970X-157.056Y12.246Z-42.266B47.876C-103.522	N19490X-149.331Y-13.093Z-38.863B44.734C-178.845
N18460X-147.993Y-16.496Z-30.009B37.868C-275.194	N18980X-158.411Y12.117Z-43.79B48.296C-106.706	N19500X-148.351Y-13.849Z-38.001B44.43C-178.952
N18470X-143.265Y-18.021Z-26.066B36.657C-279.997	N18990X-159.803Y12.021Z-45.367B48.729C-109.912	N19510X-147.253Y-14.667Z-37.044B44.101C-179.206
N18480X-141.716Y-18.445Z-24.829B36.284C-281.634	N19000X-160.981Y11.959Z-46.717B49.096C-112.612	N19520X-145.982Y-15.521Z-35.942B43.75C-179.922
N18490X-139.275Y-19.055Z-22.93B35.715C-284.267	N19010X-162.122Y11.907Z-48.039B49.452C-115.241	N19530X-145.097Y-16.002Z-35.17B43.54C-180.908
N18500X-137.401Y-19.478Z-21.509B35.293C-286.332	N19020X-163.286Y11.859Z-49.403B49.815C-117.951	N19540X-144.038Y-16.361Z-34.234B43.351C-182.953
N18510X-133.551Y-20.232Z-18.687B34.465C-290.694	N19030X-164.392Y11.813Z-50.716B50.161C-120.572	N19550X-143.302Y-16.394Z-33.564B43.278C-185.189
N18520X-129.261Y-20.897Z-15.688B33.6C-295.767	N19040X-165.506Y11.764Z-52.058B50.509C-123.276	N19560X-142.313Y-15.972Z-32.62B43.289C-189.85
N18530X-124.892Y-21.381Z-12.755B32.78C-301.216	N19050X-166.606Y11.709Z-53.402B50.853C-126.026	N19570X-141.89Y-15.518Z-32.189B43.352C-192.786
N18540X-119.799Y-21.673Z-9.5831.902C-308.036	N19060X-167.409Y11.662Z-54.396B51.103C-128.098	N19580X-141.565Y-14.959Z-31.834B43.442C-195.764
N18550X-114.793Y-21.619Z-6.442B31.13C-315.431	N19070X-168.488Y11.584Z-55.751B51.439C-130.996	N19590X-141.327Y-14.345Z-31.553B43.545C-198.639
N18560X-110.426Y-21.21Z-3.871B30.542C-322.716	N19080X-169.479Y11.493Z-57.015B51.746C-133.799	N19600X-141.089Y-13.312Z-31.226B43.721C-202.956
N18570X-105.977Y-20.288Z-1.32B30.052C-331.453	N19090X-170.433Y11.378Z-58.253B52.04C-136.675	N19610X-140.982Y-12.377Z-31.029B43.879C-206.523
N18580X-102.494Y-18.981Z0.658B29.789C-340	N19100X-171.451Y11.211Z-59.602B52.35C-140.019	N19620X-140.946Y-11.038Z-30.854B44.102C-211.288
N18590X-99.882Y-14.911Z2.303B30.151C-355.174	N19110X-172.328Y11.007Z-60.79B52.612C-143.242	N19625G91Z50
N18600X-79.882Y-14.911Z32.303B30.151C-355.174	N19120X-173.058Y10.762Z-61.808B52.824C-146.335	N19635G90
N18610C4.826	N19130X-173.514Y10.546Z-62.461B52.951C-148.595	N19640X-169.645Y23.896Z-59.737B49.123C-328.628
N18620X-101.299Y-14.944Z-1.419B30.909C5.909	N19140X-174.099Y10.105Z-63.342B53.102C-152.32	N19650X-169.627Y23.653Z-59.697B48.991C-329.79
N18630X-103.246Y-8.704Z-2.013B32.345C-12.161	N19150X-174.315Y9.812Z-63.697B53.148C-154.336	N19660X-169.57Y23.294Z-59.602B48.804C-331.333
N18640X-104.299Y-7.227Z-2.479B32.783C-16.307	N19160X-174.462Y9.4Z-63.986B53.163C-156.734	N19670X-169.477Y22.914Z-59.464B48.613C-332.79
N18650X-106.006Y-5.33Z-3.29B33.406C-21.459	N19170X-174.469Y8.921Z-64.099B53.13C-159.043	N19680X-169.393Y22.644Z-59.346B48.482C-333.732
N18660X-108.7Y-2.936Z-4.659B34.289C-27.791	N19180X-174.378Y8.524Z-64.061B53.073C-160.664	N19690X-169.276Y22.324Z-59.187B48.33C-334.762
N18670X-112.403Y-0.253Z-6.669B35.407C-34.777	N19190X-174.097Y7.883Z-63.818B52.941C-162.843	N19700X-169.119Y21.952Z-58.979B48.157C-335.859
N18680X-115.14Y1.459Z-8.237B36.195C-39.232	N19200X-173.745Y7.316Z-63.465B52.794C-164.424	N19710X-168.807Y21.322Z-58.578B47.873C-337.485
N18690X-118.17Y3.168Z-10.049B37.046C-43.723	N19210X-173.376Y6.816Z-63.076B52.648C-165.6	N19720X-168.393Y20.611Z-58.061B47.562C-339.027
N18700X-120.94Y4.599Z-11.776B37.81C-47.544	N19220X-172.944Y6.294Z-62.608B52.482C-166.65	N19730X-167.991Y20.003Z-57.57B47.301C-340.133
N18710X-123.014Y5.6Z-13.11B38.376C-50.268	N19230X-172.505Y5.806Z-62.128B52.317C-167.493	N19740X-167.403Y19.205Z-56.865B46.965C-341.316
N18720X-126.993Y7.381Z-15.776B39.453C-55.264	N19240X-171.899Y5.176Z-61.458B52.093C-168.417	N19750X-166.967Y18.664Z-56.352B46.74C-341.954
N18730X-130.298Y8.736Z-18.095B40.343C-59.25	N19250X-171.43Y4.712Z-60.939B51.923C-168.994	N19760X-165.972Y17.538Z-55.201B46.277C-342.889
N18740X-133.541Y9.965Z-20.467B41.214C-63.076	N19260X-170.688Y4.008Z-60.119B51.656C-169.734	N19770X-164.862Y16.403Z-53.947B45.818C-343.321
N18750X-136.949Y11.154Z-23.069B42.131C-67.066	N19270X-170.216Y3.574Z-59.598B51.488C-170.122	N19780X-164.061Y15.639Z-53.058B45.511C-343.338
N18760X-138.564Y11.679Z-24.343B42.566C-68.965	N19280X-169.439Y2.876Z-58.744B51.214C-170.655	N19790X-163.293Y14.937Z-52.215B45.231C-343.168
N18770X-139.816Y12.067Z-25.349B42.905C-70.447	N19290X-168.612Y2.151Z-57.841B50.926C-171.116	N19800X-162.464Y14.205Z-51.317B44.942C-342.811
N18780X-140.963Y12.408Z-26.287B43.216C-71.82	N19300X-168.095Y1.704Z-57.28B50.746C-171.363	N19810X-161.065Y13.008Z-49.822B44.475C-341.859
N18790X-142.19Y12.755Z-27.307B43.549C-73.309	N19310X-167.451Y1.153Z-56.584B50.523C-171.639	N19820X-160.278Y12.348Z-48.992B44.222C-341.155
N18800X-143.48Y13.097Z-28.399B43.9C-74.906	N19320X-166.28Y0.165Z-55.333B50.122C-172.083	N19830X-159.348Y11.573Z-48.019B43.929C-340.182
N18810X-144.007Y13.229Z-28.851B44.044C-75.569	N19330X-165.566Y-0.431Z-54.577B49.879C-172.338	N19840X-158.523Y10.885Z-47.163B43.673C-339.198
N18820X-146.615Y13.804Z-31.15B44.762C-79.016	N19340X-164.744Y-1.112Z-53.716B49.601C-172.629	N19850X-157.423Y9.96Z-46.032B43.336C-337.721
N18830X-148.149Y14.051Z-32.557B45.189C-81.241	N19350X-163.849Y-1.847Z-52.786B49.302C-172.961	N19860X-156.418Y9.099Z-45.006B43.03C-336.205
N18840X-149.18Y14.156Z-33.533B45.479C-82.888	N19360X-162.903Y-2.618Z-51.813B48.987C-173.341	N19870X-155.527Y8.317Z-44.103B42.76C-334.726



N19880X-154.555Y7.435Z-43.122B42.465C-332.954	N20400X-122.631Y5.221Z-16.088B38.78C-48.47	N20920X-168.652Y5.791Z-61.271B51.561C-166.452
N19890X-153.725Y6.652Z-42.288B42.212C-331.295	N20410X-126.342Y7.001Z-18.592B39.8C-53.456	N20930X-168.042Y5.163Z-60.614B51.336C-167.385
N19900X-152.846Y5.782Z-41.405B41.941C-329.362	N20420X-129.431Y8.361Z-20.779B40.642C-57.44	N20940X-167.571Y4.702Z-60.105B51.165C-167.968
N19910X-152.018Y4.912Z-40.573B41.683C-327.333	N20430X-132.467Y9.597Z-23.014B41.466C-61.269	N20950X-166.826Y4Z-59.302B50.899C-168.716
N19920X-151.256Y4.052Z-39.805B41.441C-325.228	N20440X-135.662Y10.796Z-25.466B42.332C-65.267	N20960X-166.352Y3.567Z-58.791B50.731C-169.107
N19930X-150.39Y2.969Z-38.924B41.158C-322.431	N20450X-137.177Y11.327Z-26.665B42.744C-67.171	N20970X-165.571Y2.871Z-57.955B50.457C-169.646
N19940X-149.731Y2.023Z-38.24B40.932C-319.834	N20460X-138.351Y11.72Z-27.612B43.063C-68.658	N20980X-164.741Y2.147Z-57.071B50.167C-170.111
N19950X-149.149Y1.024Z-37.617B40.721C-316.915	N20470X-139.428Y12.065Z-28.494B43.356C-70.035	N20990X-164.222Y1.702Z-56.522B49.988C-170.361
N19960X-148.709Y0.033Z-37.114B40.542C-313.821	N20480X-140.58Y12.417Z-29.453B43.67C-71.529	N21000X-163.574Y1.152Z-55.841B49.765C-170.64
N19970X-148.395Y-1.126Z-36.693B40.378C-309.906	N20490X-141.79Y12.765Z-30.478B44C-73.132	N21010X-162.399Y0.165Z-54.618B49.364C-171.09
N19980X-148.339Y-2.297Z-36.479B40.271C-305.591	N20500X-142.284Y12.899Z-30.902B44.135C-73.799	N21020X-161.681Y-0.43Z-53.878B49.121C-171.347
N19990X-148.532Y-3.296Z-36.491B40.233C-301.593	N20510X-144.728Y13.486Z-33.053B44.808C-77.259	N21030X-160.856Y-1.11Z-53.036B48.843C-171.642
N20000X-148.93Y-4.222Z-36.68B40.246C-297.622	N20520X-146.162Y13.741Z-34.364B45.205C-79.495	N21040X-159.958Y-1.844Z-52.127B48.544C-171.977
N20010X-149.657Y-5.28Z-37.116B40.318C-292.798	N20530X-147.121Y13.851Z-35.27B45.473C-81.148	N21050X-159.007Y-2.614Z-51.175B48.23C-172.362
N20020X-150.463Y-6.154Z-37.643B40.418C-288.645	N20540X-148.08Y13.879Z-36.207B45.743C-83.027	N21060X-158.129Y-3.318Z-50.305B47.942C-172.754
N20030X-151.364Y-6.989Z-38.254B40.538C-284.651	N20550X-148.884Y13.793Z-37.031B45.973C-84.912	N21070X-157.129Y-4.112Z-49.323B47.619C-173.248
N20040X-152.119Y-7.65Z-38.769B40.635C-281.576	N20560X-149.077Y13.749Z-37.237B46.029C-85.433	N21080X-156.303Y-4.76Z-48.52B47.355C-173.692
N20050X-152.883Y-8.342Z-39.283B40.724C-278.562	N20570X-149.384Y13.655Z-37.571B46.119C-86.33	N21090X-155.37Y-5.484Z-47.62B47.061C-174.225
N20060X-153.464Y-8.936Z-39.658B40.776C-276.239	N20580X-149.743Y13.503Z-37.976B46.225C-87.511	N21100X-154.43Y-6.203Z-46.722B46.767C-174.782
N20070X-153.966Y-9.582Z-39.95B40.796C-274.064	N20590X-150.104Y13.308Z-38.398B46.333C-88.831	N21110X-153.354Y-7.018Z-45.705B46.435C-175.419
N20080X-154.299Y-10.254Z-40.088B40.767C-272.249	N20600X-150.41Y13.126Z-38.762B46.426C-90.007	N21120X-152.262Y-7.837Z-44.683B46.101C-176.033
N20090X-154.409Y-10.845Z-40.049B40.694C-271.049	N20610X-150.843Y12.881Z-39.277B46.559C-91.655	N21130X-151.222Y-8.614Z-43.721B45.783C-176.559
N20100X-154.284Y-11.612Z-39.766B40.536C-270.035	N20620X-151.345Y12.646Z-39.863B46.712C-93.438	N21140X-150.163Y-9.406Z-42.752B45.46C-177.013
N20110X-153.8Y-12.455Z-39.157B40.28C-269.579	N20630X-152.045Y12.403Z-40.663B46.926C-95.698	N21150X-149.024Y-10.264Z-41.724B45.11C-177.393
N20120X-152.927Y-13.334Z-38.216B39.932C-269.76	N20640X-152.628Y12.256Z-41.317B47.104C-97.43	N21160X-147.668Y-11.297Z-40.517B44.691C-177.695
N20130X-151.912Y-14.075Z-37.199B39.581C-270.376	N20650X-153.43Y12.106Z-42.21B47.349C-99.671	N21170X-146.63Y-12.097Z-39.606B44.368C-177.833
N20140X-149.748Y-15.281Z-35.153B38.908C-272.181	N20660X-154.263Y11.993Z-43.132B47.602C-101.886	N21180X-145.385Y-13.061Z-38.53B43.981C-177.943
N20150X-146.723Y-16.576Z-32.459B38.059C-275.144	N20670X-155.515Y11.874Z-44.521B47.984C-105.093	N21190X-144.402Y-13.817Z-37.689B43.678C-178.052
N20160X-142.213Y-18.084Z-28.683B36.91C-279.964	N20680X-156.808Y11.791Z-45.964B48.379C-108.324	N21200X-143.3Y-14.633Z-36.756B43.349C-178.312
N20170X-140.74Y-18.502Z-27.5B36.556C-281.604	N20690X-157.906Y11.738Z-47.2B48.714C-111.047	N21210X-142.025Y-15.482Z-35.681B42.999C-179.038
N20180X-138.421Y-19.099Z-25.683B36.02C-284.238	N20700X-158.973Y11.697Z-48.414B49.04C-113.698	N21220X-141.138Y-15.957Z-34.929B42.791C-180.039
N20190X-136.643Y-19.512Z-24.324B35.623C-286.302	N20710X-160.063Y11.659Z-49.669B49.374C-116.432	N21230X-140.079Y-16.304Z-34.018B42.607C-182.114
N20200X-132.996Y-20.244Z-21.625B34.846C-290.653	N20720X-161.102Y11.624Z-50.879B49.692C-119.077	N21240X-139.349Y-16.323Z-33.371B42.54C-184.382
N20210X-128.942Y-20.882Z-18.749B34.037C-295.703	N20730X-162.152Y11.587Z-52.117B50.012C-121.806	N21250X-138.387Y-15.872Z-32.471B42.568C-189.107
N20220X-124.822Y-21.338Z-15.948B33.274C-301.112	N20740X-163.19Y11.542Z-53.358B50.329C-124.581	N21260X-137.991Y-15.397Z-32.071B42.644C-192.082
N20230X-120.03Y-21.6Z-12.828B32.461C-307.862	N20750X-163.949Y11.504Z-54.277B50.56C-126.674	N21270X-137.7Y-14.817Z-31.75B42.748C-195.097
N20240X-115.327Y-21.521Z-9.892B31.75C-315.157	N20760X-164.972Y11.438Z-55.531B50.87C-129.599	N21280X-137.503Y-14.183Z-31.508B42.867C-198.008
N20250X-111.229Y-21.101Z-7.418B31.212C-322.322	N20770X-165.913Y11.358Z-56.702B51.153C-132.429	N21290X-137.339Y-13.119Z-31.245B43.071C-202.376
N20260X-107.053Y-20.187Z-4.954B30.769C-330.892	N20780X-166.82Y11.255Z-57.851B51.423C-135.333	N21300X-137.305Y-12.159Z-31.109B43.256C-205.983
N20270X-103.771Y-18.91Z-3.03B30.535C-339.257	N20790X-167.79Y11.1Z-59.102B51.708C-138.71	N21310X-137.381Y-10.787Z-31.026B43.517C-210.797
N20280X-101.299Y-14.944Z-1.419B30.909C-354.091	N20800X-168.627Y10.909Z-60.206B51.948C-141.964	N21315G91Z50
N20290X-81.299Y-14.944Z28.581B30.909C-354.091	N20810X-169.324Y10.676Z-61.15B52.142C-145.087	N21325G90
N20300C5.909	N20820X-169.758Y10.468Z-61.756B52.257C-147.369	N21330X-169.732Y23.936Z-63.494B49.819C-327.891
N20310X-102.623Y-14.96Z-5.141B31.667C6.946	N20830X-170.313Y10.04Z-62.568B52.389C-151.131	N21340X-169.729Y23.688Z-63.471B49.693C-329.041
N20320X-104.386Y-8.879Z-5.669B33.058C-10.766	N20840X-170.516Y9.754Z-62.893B52.426C-153.166	N21350X-169.692Y23.325Z-63.399B49.513C-330.57
N20330X-105.341Y-7.437Z-6.098B33.476C-14.84	N20850X-170.649Y9.35Z-63.152B52.432C-155.587	N21360X-169.617Y22.941Z-63.281B49.33C-332.013
N20340X-106.901Y-5.582Z-6.852B34.069C-19.913	N20860X-170.645Y8.879Z-63.244B52.392C-157.918	N21370X-169.545Y22.668Z-63.175B49.202C-332.946
N20350X-109.372Y-3.233Z-8.131B34.907C-26.161	N20870X-170.547Y8.487Z-63.195B52.33C-159.556	N21380X-169.441Y22.345Z-63.029B49.055C-333.966
N20360X-112.785Y-0.59Z-10.016B35.967C-33.072	N20880X-170.258Y7.853Z-62.944B52.193C-161.756	N21390X-169.297Y21.969Z-62.833B48.886C-335.051
N20370X-115.316Y1.103Z-11.491B36.714C-37.491	N20890X-169.902Y7.291Z-62.591B52.043C-163.352	N21400X-169.006Y21.335Z-62.449B48.607C-336.661
N20380X-118.125Y2.799Z-13.196B37.52C-41.953	N20900X-169.529Y6.795Z-62.205B51.895C-164.539	N21410X-168.614Y20.622Z-61.946B48.301C-338.187
N20390X-120.7Y4.222Z-14.822B38.244C-45.755	N20910X-169.093Y6.277Z-61.744B51.727C-165.6	N21420X-168.23Y20.013Z-61.464B48.043C-339.281

N21430X-167.662Y19.212Z-60.766B47.71C-340.451	N21950X-108.018Y-20.079Z-8.569B31.477C-330.347	N22470X-163.265Y11.122Z-57.568B50.826C-133.964
N21440X-167.241Y18.671Z-60.257B47.487C-341.083	N21960X-104.937Y-18.829Z-6.706B31.275C-338.541	N22480X-164.181Y10.981Z-58.721B51.085C-137.372
N21450X-166.275Y17.543Z-59.11847.026C-342.009	N21970X-102.623Y-14.96Z-5.141B31.667C-353.054	N22490X-164.972Y10.802Z-59.737B51.302C-140.658
N21460X-165.193Y16.408Z-57.857B46.567C-342.437	N21980X-82.623Y-14.962Z-4.859B31.667C-353.054	N22500X-165.631Y10.581Z-60.606B51.474C-143.812
N21470X-164.412Y15.643Z-56.966B46.26C-342.455	N21990C6.946	N22510X-166.04Y10.382Z-61.162B51.576C-146.116
N21480X-163.66Y14.941Z-56.121B45.98C-342.288	N22000X-103.852Y-14.96Z-8.859B32.423C7.941	N22520X-166.56Y9.967Z-61.903B51.688C-149.914
N21490X-162.849Y14.209Z-55.219B45.69C-341.937	N22010X-105.473Y-9.029Z-9.339B33.779C-9.425	N22530X-166.747Y9.688Z-62.195B51.715C-151.969
N21500X-161.477Y13.013Z-53.715B45.222C-340.999	N22020X-106.344Y-7.622Z-9.735B34.179C-13.43	N22540X-166.864Y9.293Z-62.422B51.711C-154.414
N21510X-160.703Y12.354Z-52.878B44.967C-340.306	N22030X-107.771Y-5.809Z-10.437B34.745C-18.423	N22550X-166.846Y8.83Z-62.489B51.662C-156.768
N21520X-159.787Y11.58Z-51.897B44.671C-339.347	N22040X-110.042Y-3.506Z-11.634B35.542C-24.585	N22560X-166.74Y8.443Z-62.427B51.595C-158.422
N21530X-158.972Y10.892Z-51.031B44.412C-338.378	N22050X-113.188Y-0.905Z-13.404B36.549C-31.418	N22570X-166.441Y7.816Z-62.166B51.452C-160.644
N21540X-157.883Y9.968Z-49.885B44.07C-336.922	N22060X-115.527Y0.768Z-14.798B37.258C-35.797	N22580X-166.077Y7.259Z-61.811B51.298C-162.255
N21550X-156.884Y9.109Z-48.843B43.76C-335.429	N22070X-118.129Y2.448Z-16.395B38.021C-40.226	N22590X-165.7Y6.767Z-61.427B51.147C-163.455
N21560X-155.996Y8.328Z-47.922B43.484C-333.972	N22080X-120.519Y3.862Z-17.926B38.706C-44.006	N22600X-165.261Y6.252Z-60.971B50.977C-164.526
N21570X-155.021Y7.448Z-46.919B43.182C-332.226	N22090X-122.313Y4.856Z-19.118B39.214C-46.71	N22610X-164.816Y5.769Z-60.505B50.81C-165.386
N21580X-154.185Y6.667Z-46.063B42.921C-330.592	N22100X-125.769Y6.633Z-21.476B40.178C-51.68	N22620X-164.202Y5.144Z-59.859B50.584C-166.329
N21590X-153.295Y5.799Z-45.153B42.642C-328.688	N22110X-128.65Y7.994Z-23.535B40.974C-55.658	N22630X-163.729Y4.685Z-59.368B50.412C-166.918
N21600X-152.448Y4.931Z-44.29B42.372C-326.688	N22120X-131.484Y9.236Z-25.639B41.751C-59.485	N22640X-162.98Y3.985Z-58.571B50.145C-167.673
N21610X-151.662Y4.072Z-43.488B42.118C-324.615	N22130X-134.471Y10.442Z-27.946B42.568C-63.486	N22650X-162.504Y3.554Z-58.071B49.976C-168.069
N21620X-150.756Y2.992Z-42.559B41.818C-321.858	N22140X-135.888Y10.977Z-29.073B42.955C-65.393	N22660X-161.72Y2.859Z-57.252B49.702C-168.613
N21630X-150.051Y2.048Z-41.827B41.575C-319.298	N22150X-136.987Y11.374Z-29.962B43.256C-66.882	N22670X-160.886Y2.137Z-56.386B49.412C-169.083
N21640X-149.41Y1.05Z-41.147B41.342C-316.419	N22160X-137.994Y11.723Z-30.79B43.531C-68.263	N22680X-160.365Y1.692Z-55.849B49.232C-169.335
N21650X-148.896Y0.06Z-40.58B41.14C-313.367	N22170X-139.072Y12.079Z-31.689B43.826C-69.761	N22690X-159.715Y1.143Z-55.183B49.01C-169.618
N21660X-148.477Y-1.099Z-40.071B40.943C-309.501	N22180X-140.203Y12.432Z-32.649B44.135C-71.368	N22700X-158.535Y0.158Z-53.985B48.608C-170.072
N21670X-148.289Y-2.272Z-39.754B40.796C-305.236	N22190X-140.665Y12.569Z-33.046B44.262C-72.037	N22710X-157.815Y-0.437Z-53.262B48.365C-170.332
N21680X-148.347Y-3.274Z-39.664B40.719C-301.281	N22200X-142.947Y13.166Z-35.054B44.889C-75.508	N22720X-156.987Y-1.115Z-52.438B48.087C-170.63
N21690X-148.601Y-4.205Z-39.745B40.69C-297.348	N22210X-144.281Y13.428Z-36.272B45.257C-77.751	N22730X-156.085Y-1.848Z-51.549B47.787C-170.969
N21700X-149.14Y-5.27Z-40.042B40.709C-292.564	N22220X-145.169Y13.542Z-37.108B45.503C-79.41	N22740X-155.132Y-2.616Z-50.618B47.473C-171.358
N21710X-149.777Y-6.153Z-40.443B40.762C-288.44	N22230X-146.051Y13.575Z-37.967B45.748C-81.295	N22750X-154.25Y-3.319Z-49.767B47.186C-171.755
N21720X-150.508Y-6.997Z-40.927B40.834C-284.469	N22240X-146.781Y13.493Z-38.712B45.953C-83.186	N22760X-153.247Y-4.111Z-48.807B46.863C-172.255
N21730X-151.128Y-7.667Z-41.342B40.893C-281.409	N22250X-146.955Y13.45Z-38.897B46.002C-83.708	N22770X-152.418Y-4.757Z-48.022B46.599C-172.705
N21740X-151.759Y-8.369Z-41.756B40.944C-278.408	N22260X-147.229Y13.358Z-39.194B46.08C-84.608	N22780X-151.481Y-5.479Z-47.142B46.305C-173.245
N21750X-152.235Y-8.971Z-42.052B40.967C-276.093	N22270X-147.546Y13.208Z-39.551B46.171C-85.792	N22790X-150.538Y-6.196Z-46.265B46.011C-173.809
N21760X-152.636Y-9.626Z-42.271B40.959C-273.926	N22280X-147.861Y13.015Z-39.92B46.262C-87.116	N22800X-149.459Y-7.008Z-45.271B45.68C-174.454
N21770X-152.885Y-10.306Z-42.347B40.906C-272.118	N22290X-148.126Y12.835Z-40.236B46.339C-88.296	N22810X-148.363Y-7.824Z-44.273B45.345C-175.077
N21780X-152.938Y-10.905Z-42.269B40.818C-270.923	N22300X-148.502Y12.593Z-40.684B46.45C-89.949	N22820X-147.32Y-8.598Z-43.334B45.028C-175.61
N21790X-152.762Y-11.679Z-41.954B40.646C-269.917	N22310X-148.943Y12.362Z-41.198B46.581C-91.74	N22830X-146.257Y-9.389Z-42.388B44.705C-176.07
N21800X-152.251Y-12.529Z-41.336B40.385C-269.47	N22320X-149.565Y12.124Z-41.904B46.765C-94.01	N22840X-145.115Y-10.244Z-41.384B44.356C-176.456
N21810X-151.379Y-13.411Z-40.418B40.04C-269.661	N22330X-150.089Y11.981Z-42.487B46.921C-95.751	N22850X-143.754Y-11.276Z-40.207B43.937C-176.763
N21820X-150.386Y-14.155Z-39.421B39.696C-270.286	N22340X-150.814Y11.838Z-43.286B47.136C-98.005	N22860X-142.713Y-12.075Z-39.319B43.615C-176.904
N21830X-148.294Y-15.36Z-37.448B39.047C-272.109	N22350X-151.572Y11.732Z-44.117B47.362C-100.233	N22870X-141.465Y-13.038Z-38.269B43.227C-177.016
N21840X-145.396Y-16.648Z-34.867B38.237C-275.089	N22360X-152.719Y11.623Z-45.372B47.704C-103.462	N22880X-140.478Y-13.793Z-37.449B42.924C-177.128
N21850X-141.099Y-18.139Z-31.258B37.148C-279.924	N22370X-153.909Y11.551Z-46.688B48.059C-106.716	N22890X-139.374Y-14.607Z-36.54B42.596C-177.391
N21860X-139.699Y-18.55Z-30.129B36.816C-281.566	N22380X-154.923Y11.509Z-47.805B48.363C-109.46	N22900X-138.095Y-15.453Z-35.49B42.247C-178.129
N21870X-137.5Y-19.135Z-28.395B36.311C-284.202	N22390X-155.912Y11.477Z-48.912B48.658C-112.132	N22910X-137.205Y-15.922Z-34.757B42.04C-179.145
N21880X-135.815Y-19.538Z-27.099B35.939C-286.264	N22400X-156.926Y11.451Z-50.058B48.961C-114.889	N22920X-136.145Y-16.256Z-33.869B41.86C-181.251
N21890X-132.368Y-20.247Z-24.524B35.214C-290.605	N22410X-157.895Y11.426Z-51.164B49.25C-117.557	N22930X-135.418Y-16.261Z-33.24B41.798C-183.552
N21900X-128.544Y-20.859Z-21.779B34.462C-295.631	N22420X-158.875Y11.399Z-52.298B49.541C-120.31	N22940X-134.476Y-15.779Z-32.378B41.841C-188.344
N21910X-124.666Y-21.288Z-19.105B33.756C-301.002	N22430X-159.848Y11.366Z-53.436B49.83C-123.111	N22950X-134.104Y-15.284Z-32.004B41.929C-191.36
N21920X-120.167Y-21.52Z-16.123B33.009C-307.685	N22440X-160.561Y11.336Z-54.288B50.04C-125.222	N22960X-133.844Y-14.683Z-31.715B42.048C-194.415
N21930X-115.761Y-21.418Z-13.313B32.359C-314.884	N22450X-161.523Y11.282Z-55.433B50.323C-128.175	N22970X-133.686Y-14.027Z-31.505B42.183C-197.363
N21940X-111.927Y-20.987Z-10.948B31.873C-321.935	N22460X-162.409Y11.214Z-56.511B50.58C-131.031	N22980X-133.591Y-12.932Z-31.301B42.413C-201.784



N22900X-133.626Y-11.947Z-31.22B42.622C-205.432	N23500X-149.779Y-13.483Z-42.561B40.133C-269.557	N24020X-147.654Y11.7Z-43.769B46.772C-94.061
N23000X-133.812Y-10.541Z-31.221B42.921C-210.297	N23510X-148.807Y-14.228Z-41.6839.797C-270.193	N24030X-148.302Y11.562Z-44.477B46.959C-96.325
N23005G91Z50	N23520X-146.786Y-15.432Z-39.703B39.172C-272.031	N24040X-148.984Y11.463Z-45.216B47.156C-98.566
N23015G90	N23530X-144.011Y-16.713Z-37.233B38.401C-275.028	N24050X-150.023Y11.364Z-46.339B47.457C-101.813
N23020X-169.737Y23.976Z-67.193B50.504C-327.163	N23540X-139.922Y-18.186Z-33.792B37.374C-279.878	N24060X-151.107Y11.303Z-47.516B47.772C-105.089
N23030X-169.749Y23.725Z-67.198B50.384C-328.303	N23550X-138.595Y-18.59Z-32.717B37.062C-281.522	N24070X-152.036Y11.271Z-48.53B48.042C-107.853
N23040X-169.731Y23.357Z-67.142B50.213C-329.818	N23560X-136.512Y-19.163Z-31.066B36.59C-284.158	N24080X-152.944Y11.249Z-49.53B48.306C-110.545
N23050X-169.674Y22.968Z-67.046B50.036C-331.247	N23570X-134.92Y-19.556Z-29.832B36.243C-286.219	N24090X-153.878Y11.233Z-50.567B48.577C-113.324
N23060X-169.614Y22.693Z-66.953B49.913C-332.171	N23580X-131.667Y-20.243Z-27.382B35.569C-290.55	N24100X-154.772Y11.219Z-51.571B48.836C-116.013
N23070X-169.523Y22.367Z-66.82B49.77C-333.181	N23590X-128.068Y-20.828Z-24.77B34.875C-295.553	N24110X-155.68Y11.203Z-52.601B49.098C-118.789
N23080X-169.394Y21.988Z-66.638B49.605C-334.256	N23600X-124.427Y-21.23Z-22.24B34.226C-300.886	N24120X-156.583Y11.181Z-53.636B49.357C-121.614
N23090X-169.124Y21.35Z-66.273B49.333C-335.851	N23610X-120.213Y-21.433Z-19.384B33.544C-307.504	N24130X-157.246Y11.159Z-54.405B49.546C-123.744
N23100X-168.754Y20.635Z-65.786B49.032C-337.362	N23620X-116.097Y-21.309Z-16.703B32.957C-314.612	N24140X-158.142Y11.117Z-55.456B49.799C-126.723
N23110X-168.388Y20.023Z-65.314B48.778C-338.445	N23630X-112.52Y-20.868Z-14.436B32.522C-321.555	N24150X-158.97Y11.06Z-56.439B50.03C-129.606
N23120X-167.842Y19.221Z-64.626B48.448C-339.603	N23640X-108.875Y-19.965Z-12.162B32.176C-329.818	N24160X-159.77Y10.98Z-57.404B50.25C-132.566
N23130X-167.435Y18.678Z-64.121B48.227C-340.229	N23650X-105.994Y-18.74Z-10.366B32.007C-337.85	N24170X-160.628Y10.853Z-58.457B50.481C-136.007
N23140X-166.498Y17.548Z-62.981B47.768C-341.146	N23660X-103.852Y-14.96Z-8.859B32.423C-352.059	N24180X-161.368Y10.687Z-59.384B50.673C-139.324
N23150X-165.445Y16.413Z-61.729B47.311C-341.571	N23670X-83.852Y-14.96Z21.141B32.423C-352.059	N24190X-161.984Y10.477Z-60.175B50.823C-142.508
N23160X-164.681Y15.648Z-60.837B47.004C-341.59	N23680C7.941	N24200X-162.365Y10.287Z-60.68B50.91C-144.834
N23170X-163.947Y14.946Z-59.99B46.723C-341.427	N23690X-104.984Y-14.945Z-12.571B33.178C8.898	N24210X-162.845Y9.887Z-61.346B51C-148.67
N23180X-163.152Y14.214Z-59.084B46.433C-341.082	N23700X-106.502Y-9.157Z-13.019B34.507C-8.136	N24220X-163.012Y9.615Z-61.604B51.016C-150.745
N23190X-161.804Y13.019Z-57.571B45.962C-340.158	N23710X-107.3Y-7.784Z-13.387B34.892C-12.073	N24230X-163.109Y9.228Z-61.795B51.001C-153.214
N23200X-161.043Y12.36Z-56.727B45.705C-339.474	N23720X-108.61Y-6.012Z-14.043B35.433C-16.987	N24240X-163.075Y8.773Z-61.836B50.942C-155.592
N23210X-160.139Y11.587Z-55.736B45.406C-338.53	N23730X-110.7Y-3.755Z-15.165B36.194C-23.062	N24250X-162.958Y8.391Z-61.76B50.869C-157.261
N23220X-159.333Y10.9Z-54.86B45.144C-337.575	N23740X-113.602Y-1.197Z-16.828B37.151C-29.814	N24260X-162.647Y7.772Z-61.485B50.718C-159.505
N23230X-158.253Y9.978Z-53.698B44.797C-336.14	N23750X-115.764Y0.453Z-18.131B37.824C-34.15	N24270X-162.276Y7.22Z-61.126B50.559C-161.133
N23240X-157.259Y9.119Z-52.639B44.481C-334.669	N23760X-118.172Y2.116Z-19.641B38.547C-38.544	N24280X-161.893Y6.732Z-60.743B50.405C-162.345
N23250X-156.372Y8.34Z-51.7B44.2C-333.233	N23770X-120.388Y3.518Z-21.082B39.195C-42.299	N24290X-161.449Y6.22Z-60.291B50.233C-163.427
N23260X-155.394Y7.462Z-50.674B43.89C-331.512	N23780X-122.053Y4.506Z-22.196B39.675C-44.987	N24300X-161.001Y5.74Z-59.831B50.064C-164.296
N23270X-154.551Y6.683Z-49.794B43.621C-329.902	N23790X-125.264Y6.278Z-24.422B40.586C-49.937	N24310X-160.383Y5.118Z-59.194B49.836C-165.247
N23280X-153.647Y5.817Z-48.856B43.331C-328.025	N23800X-127.945Y7.637Z-26.359B41.337C-53.904	N24320X-159.907Y4.66Z-58.703B49.663C-165.842
N23290X-152.783Y4.951Z-47.962B43.051C-326.055	N23810X-130.585Y8.881Z-28.337B42.069C-57.726	N24330X-159.154Y3.964Z-57.928B49.395C-166.606
N23300X-151.972Y4.094Z-47.125B42.785C-324.011	N23820X-133.37Y10.093Z-30.503B42.838C-61.726	N24340X-158.676Y3.533Z-57.438B49.226C-167.005
N23310X-151.025Y3.016Z-46.146B42.466C-321.293	N23830X-134.692Y10.631Z-31.561B43.201C-63.633	N24350X-157.889Y2.84Z-56.635B48.95C-167.555
N23320X-150.275Y2.073Z-45.366B42.206C-318.769	N23840X-135.717Y11.031Z-32.395B43.483C-65.124	N24360X-157.052Y2.12Z-55.787B48.66C-168.03
N23330X-149.574Y1.076Z-44.628B41.951C-315.929	N23850X-136.656Y11.383Z-33.17B43.741C-66.506	N24370X-156.529Y1.675Z-55.261B48.48C-168.285
N23340X-148.989Y0.088Z-43.995B41.724C-312.915	N23860X-137.661Y11.743Z-34.012B44.017C-68.006	N24380X-155.877Y1.127Z-54.609B48.257C-168.57
N23350X-148.466Y-1.072Z-43.398B41.494C-309.098	N23870X-138.715Y12.1Z-34.909B44.306C-69.616	N24390X-154.694Y0.144Z-53.437B47.855C-169.029
N23360X-148.15Y-2.246Z-42.977B41.307C-304.881	N23880X-139.145Y12.238Z-35.279B44.424C-70.286	N24400X-153.971Y-0.45Z-52.729B47.612C-169.291
N23370X-148.076Y-3.251Z-42.783B41.19C-300.967	N23890X-141.267Y12.844Z-37.149B45.006C-73.765	N24410X-153.141Y-1.128Z-51.923B47.334C-169.592
N23380X-148.19Y-4.186Z-42.757B41.12C-297.071	N23900X-142.502Y13.112Z-38.275B45.344C-76.013	N24420X-152.236Y-1.86Z-51.053B47.034C-169.935
N23390X-148.547Y-5.259Z-42.915B41.086C-292.326	N23910X-143.32Y13.231Z-39.044B45.568C-77.676	N24430X-151.28Y-2.627Z-50.143B46.719C-170.329
N23400X-149.018Y-6.149Z-43.191B41.091C-288.23	N23920X-144.126Y13.268Z-39.826B45.789C-79.565	N24440X-150.396Y-3.328Z-49.311B46.432C-170.731
N23410X-149.584Y-7.003Z-43.549B41.115C-284.282	N23930X-144.784Y13.189Z-40.495B45.969C-81.459	N24450X-149.388Y-4.118Z-48.371B46.108C-171.237
N23420X-150.073Y-7.681Z-43.864B41.137C-281.237	N23940X-144.938Y13.148Z-40.659B46.012C-81.983	N24460X-148.557Y-4.763Z-47.604B45.845C-171.691
N23430X-150.573Y-8.393Z-44.179B41.15C-278.248	N23950X-145.179Y13.057Z-40.92B46.077C-82.885	N24470X-147.617Y-5.482Z-46.744B45.55C-172.238
N23440X-150.946Y-9.003Z-44.398B41.143C-275.942	N23960X-145.454Y12.909Z-41.231B46.152C-84.071	N24480X-146.671Y-6.197Z-45.886B45.257C-172.81
N23450X-151.251Y-9.666Z-44.544B41.107C-273.783	N23970X-145.723Y12.717Z-41.547B46.226C-85.398	N24490X-145.588Y-7.006Z-44.915B44.925C-173.463
N23460X-151.416Y-10.355Z-44.561B41.031C-271.982	N23980X-145.947Y12.539Z-41.816B46.288C-86.58	N24500X-144.489Y-7.82Z-43.939B44.591C-174.094
N23470X-151.413Y-10.96Z-44.444B40.928C-270.792	N23990X-146.268Y12.3Z-42.199B46.377C-88.238	N24510X-143.443Y-8.591Z-43.022B44.274C-174.635
N23480X-151.187Y-11.741Z-44.1840.742C-269.794	N24000X-146.647Y12.072Z-42.641B46.484C-90.034	N24520X-142.377Y-9.379Z-42.099B43.951C-175.102
N23490X-150.65Y-12.597Z-43.473B40.475C-269.356	N24010X-147.191Y11.839Z-43.257B46.639C-92.312	N24530X-141.232Y-10.233Z-41.119B43.602C-175.492

N24540X-139.868Y-11.263Z-39.97B43.183C-175.804	N25050X-147.924Y-2.219Z-46.147B41.804C-304.526	N25570X-137.719Y11.909Z-37.598B44.62C-68.549
N24550X-138.824Y-12.062Z-39.105B42.861C-175.948	N25060X-147.722Y-3.227Z-45.85B41.648C-300.651	N25580X-139.684Y12.523Z-39.333B45.157C-72.031
N24560X-137.573Y-13.024Z-38.081B42.473C-176.063	N25070X-147.699Y-4.166Z-45.715B41.536C-296.791	N25590X-140.821Y12.796Z-40.371B45.467C-74.282
N24570X-136.585Y-13.778Z-37.282B42.171C-176.176	N25080X-147.879Y-5.246Z-45.735B41.448C-292.084	N25600X-141.57Y12.918Z-41.074B45.669C-75.947
N24580X-135.477Y-14.59Z-36.395B41.842C-176.444	N25090X-148.189Y-6.144Z-45.887B41.405C-288.016	N25610X-142.301Y12.958Z-41.782B45.866C-77.839
N24590X-134.194Y-15.432Z-35.371B41.494C-177.193	N25100X-148.594Y-7.007Z-46.121B41.381C-284.091	N25620X-142.887Y12.883Z-42.377B46.021C-79.736
N24600X-133.301Y-15.895Z-34.655B41.289C-178.225	N25110X-148.956Y-7.693Z-46.338B41.365C-281.061	N25630X-143.023Y12.842Z-42.52B46.056C-80.26
N24610X-132.237Y-16.217Z-33.786B41.112C-180.363	N25120X-149.327Y-8.413Z-46.555B41.34C-278.085	N25640X-143.231Y12.752Z-42.746B46.11C-81.163
N24620X-131.51Y-16.208Z-33.174B41.054C-182.698	N25130X-149.6Y-9.031Z-46.697B41.304C-275.787	N25650X-143.465Y12.605Z-43.011B46.17C-82.35
N24630X-130.584Y-15.694Z-32.343B41.11C-187.56	N25140X-149.81Y-9.702Z-46.772B41.24C-273.636	N25660X-143.688Y12.416Z-43.276B46.226C-83.679
N24640X-130.231Y-15.179Z-31.991B41.209C-190.619	N25150X-149.894Y-10.399Z-46.73B41.141C-271.842	N25670X-143.873Y12.239Z-43.5846.272C-84.862
N24650X-129.999Y-14.556Z-31.728B41.341C-193.716	N25160X-149.836Y-11.01Z-46.576B41.022C-270.658	N25680X-144.137Y12.002Z-43.819B46.34C-86.523
N24660X-129.875Y-13.879Z-31.548B41.491C-196.703	N25170X-149.561Y-11.798Z-46.202B40.824C-269.667	N25690X-144.455Y11.776Z-44.191B46.423C-88.323
N24670X-129.847Y-12.752Z-31.395B41.746C-201.179	N25180X-148.998Y-12.659Z-45.568B40.551C-269.238	N25700X-144.921Y11.548Z-44.717B46.548C-90.607
N24680X-129.949Y-11.739Z-31.364B41.98C-204.87	N25190X-148.128Y-13.55Z-44.67B40.211C-269.45	N25710X-145.324Y11.413Z-45.168B46.658C-92.362
N24690X-130.239Y-10.299Z-31.441B42.314C-209.789	N25200X-147.177Y-14.296Z-43.739B39.884C-270.095	N25720X-145.893Y11.28Z-45.778B46.815C-94.635
N24695G91Z50	N25210X-145.225Y-15.497Z-41.916B39.283C-271.949	N25730X-146.499Y11.186Z-46.427B46.984C-96.886
N24705G90	N25220X-142.571Y-16.77Z-39.558B38.551C-274.962	N25740X-147.428Y11.098Z-47.421B47.244C-100.15
N24710X-169.659Y24.018Z-70.832B51.178C-326.443	N25230X-138.686Y-18.225Z-36.285B37.586C-279.826	N25750X-148.404Y11.047Z-48.467B47.518C-103.446
N24720X-169.687Y23.763Z-70.849B51.065C-327.573	N25240X-137.429Y-18.621Z-35.263B37.295C-281.472	N25760X-149.244Y11.024Z-49.372B47.754C-106.226
N24730X-169.689Y23.389Z-70.828B50.902C-329.075	N25250X-135.461Y-19.182Z-33.696B36.856C-284.109	N25770X-150.069Y11.012Z-50.266B47.985C-108.937
N24740X-169.651Y22.996Z-70.755B50.733C-330.491	N25260X-133.959Y-19.565Z-32.525B36.534C-286.167	N25780X-150.92Y11.006Z-51.196B48.223C-111.736
N24750X-169.602Y22.718Z-70.676B50.614C-331.407	N25270X-130.896Y-20.23Z-30.2835.912C-290.488	N25790X-151.737Y11.002Z-52.097B48.451C-114.445
N24760X-169.524Y22.39Z-70.558B50.476C-332.408	N25280X-127.516Y-20.79Z-27.721B35.274C-295.468	N25800X-152.57Y10.997Z-53.024B48.682C-117.243
N24770X-169.409Y22.008Z-70.391B50.316C-333.473	N25290X-124.107Y-21.165Z-25.305B34.683C-300.765	N25810X-153.399Y10.986Z-53.956B48.91C-120.091
N24780X-169.162Y21.367Z-70.047B50.05C-335.053	N25300X-120.171Y-21.34Z-22.608B34.067C-307.32	N25820X-154.009Y10.973Z-54.649B49.077C-122.24
N24790X-168.814Y20.648Z-69.577B49.755C-336.55	N25310X-116.336Y-21.194Z-20.061B33.543C-314.341	N25830X-154.836Y10.943Z-55.598B49.3C-125.244
N24800X-168.465Y20.034Z-69.117B49.506C-337.623	N25320X-113.011Y-20.742Z-17.902B33.161C-321.181	N25840X-155.6Y10.897Z-56.486B49.503C-128.153
N24810X-167.942Y19.23Z-68.441B49.18C-338.771	N25330X-109.625Y-19.844Z-15.731B32.866C-329.302	N25850X-156.34Y10.829Z-57.359B49.696C-131.139
N24820X-167.55Y18.686Z-67.943B48.96C-339.39	N25340X-106.944Y-18.642Z-14.009B32.733C-337.182	N25860X-157.134Y10.716Z-58.31B49.897C-134.612
N24830X-166.641Y17.555Z-66.81B48.504C-340.3	N25350X-104.984Y-14.945Z-12.571B33.178C-351.102	N25870X-157.818Y10.562Z-59.146B50.062C-137.961
N24840X-165.615Y16.418Z-65.56B48.048C-340.722	N25360X-84.984Y-14.945Z17.429B33.178C-351.102	N25880X-158.386Y10.365Z-59.858B50.189C-141.175
N24850X-164.87Y15.654Z-64.668B47.741C-340.743	N25370C8.898	N25890X-158.736Y10.184Z-60.309B50.259C-143.524
N24860X-164.151Y14.951Z-63.819B47.46C-340.583	N25380X-106.021Y-14.916Z-16.274B33.929C9.818	N25900X-159.17Y9.798Z-60.898B50.325C-147.397
N24870X-163.372Y14.22Z-62.91B47.168C-340.243	N25390X-107.468Y-9.264Z-16.706B35.241C-6.895	N25910X-159.316Y9.534Z-61.12B50.33C-149.493
N24880X-162.048Y13.025Z-61.387B46.695C-339.333	N25400X-108.204Y-7.924Z-17.05B35.613C-10.765	N25920X-159.39Y9.155Z-61.274B50.302C-151.986
N24890X-161.297Y12.367Z-60.536B46.436C-338.659	N25410X-109.412Y-6.192Z-17.666B36.133C-15.602	N25930X-159.337Y8.708Z-61.284B50.232C-154.387
N24900X-160.405Y11.594Z-59.535B46.134C-337.729	N25420X-111.339Y-3.981Z-18.72B36.86C-21.59	N25940X-159.208Y8.332Z-61.192B50.151C-156.073
N24910X-159.607Y10.909Z-58.649B45.868C-336.787	N25430X-114.018Y-1.466Z-20.284B37.772C-28.26	N25950X-158.882Y7.721Z-60.902B49.992C-158.34
N24920X-158.535Y9.987Z-57.47B45.516C-335.373	N25440X-116.017Y0.16Z-21.511B38.41C-32.551	N25960X-158.501Y7.174Z-60.537B49.828C-159.984
N24930X-157.545Y9.131Z-56.392B45.194C-333.922	N25450X-118.245Y1.803Z-22.931B39.096C-36.905	N25970X-158.112Y6.69Z-60.153B49.67C-161.208
N24940X-156.657Y8.353Z-55.435B44.906C-332.507	N25460X-120.297Y3.192Z-24.286B39.71C-40.632	N25980X-157.662Y6.181Z-59.703B49.495C-162.301
N24950X-155.675Y7.477Z-54.384B44.588C-330.811	N25470X-121.84Y4.173Z-25.334B40.163C-43.304	N25990X-157.21Y5.704Z-59.248B49.324C-163.179
N24960X-154.824Y6.699Z-53.481B44.311C-329.224	N25480X-124.819Y5.935Z-27.428B41.023C-48.229	N26000X-156.587Y5.085Z-58.619B49.094C-164.14
N24970X-153.906Y5.835Z-52.513B44.011C-327.374	N25490X-127.309Y7.291Z-29.247B41.73C-52.182	N26010X-156.108Y4.629Z-58.136B48.92C-164.741
N24980X-153.023Y4.971Z-51.586B43.719C-325.431	N25500X-129.763Y8.535Z-31.105B42.419C-55.994	N26020X-155.352Y3.935Z-57.375B48.649C-165.512
N24990X-152.187Y4.115Z-50.714B43.439C-323.415	N25510X-132.353Y9.75Z-33.136B43.14C-59.988	N26030X-154.872Y3.505Z-56.893B48.48C-165.915
N25000X-151.2Y3.04Z-49.685B43.103C-320.736	N25520X-133.582Y10.291Z-34.127B43.481C-61.894	N26040X-154.081Y2.814Z-56.105B48.203C-166.471
N25010X-150.405Y2.098Z-48.855B42.824C-318.245	N25530X-134.534Y10.693Z-34.907B43.744C-63.385	N26050X-153.242Y2.095Z-55.275B47.912C-166.95
N25020X-149.645Y1.103Z-48.058B42.547C-315.442	N25540X-135.408Y11.047Z-35.632B43.985C-64.767	N26060X-152.717Y1.651Z-54.759B47.732C-167.207
N25030X-148.989Y0.115Z-47.359B42.295C-312.467	N25550X-136.341Y11.41Z-36.417B44.242C-66.268	N26070X-152.063Y1.104Z-54.121B47.508C-167.495
N25040X-148.365Y-1.044Z-46.673B42.031C-308.695	N25560X-137.32Y11.769Z-37.254B44.511C-67.878	N26080X-150.877Y0.122Z-52.974B47.106C-167.959



N26090X-150.152Y-0.472Z-52.281B46.862C-168.224	N26600X-159.795Y10.917Z-62.394B46.584C-336.014	N27120X-114.429Y-1.715Z-23.769B38.41C-26.753
N26100X-149.32Y-1.148Z-51.492B46.584C-168.528	N26610X-158.729Y9.998Z-61.197B46.226C-334.62	N27130X-116.277Y-0.113Z-24.924B39.017C-30.997
N26110X-148.413Y-1.879Z-50.642B46.283C-168.875	N26620X-157.741Y9.142Z-60.1B45.897C-333.189	N27140X-118.338Y1.509Z-26.261B39.667C-35.31
N26120X-147.454Y-2.645Z-49.751B45.968C-169.273	N26630X-156.852Y8.366Z-59.123B45.603C-331.794	N27150X-120.237Y2.883Z-27.535B40.248C-39.007
N26130X-146.568Y-3.345Z-48.937B45.681C-169.678	N26640X-155.865Y7.492Z-58.048B45.276C-330.121	N27160X-121.666Y3.855Z-28.521B40.676C-41.66
N26140X-145.558Y-4.134Z-48.018B45.357C-170.19	N26650X-155.005Y6.716Z-57.12B44.99C-328.556	N27170X-124.426Y5.606Z-30.487B41.487C-46.556
N26150X-144.724Y-4.776Z-47.267B45.092C-170.651	N26660X-154.073Y5.853Z-56.123B44.679C-326.732	N27180X-126.734Y6.957Z-32.196B42.153C-50.491
N26160X-143.781Y-5.494Z-46.426B44.797C-171.204	N26670X-153.17Y4.991Z-55.162B44.375C-324.816	N27190X-129.009Y8.198Z-33.937B42.8C-54.29
N26170X-142.832Y-6.207Z-45.587B44.504C-171.783	N26680X-152.309Y4.137Z-54.253B44.083C-322.828	N27200X-131.411Y9.414Z-35.839B43.475C-58.275
N26180X-141.746Y-7.013Z-44.637B44.172C-172.445	N26690X-151.282Y3.064Z-53.173B43.727C-320.184	N27210X-132.551Y9.956Z-36.765B43.792C-60.178
N26190X-140.643Y-7.824Z-43.683B43.837C-173.084	N26700X-150.442Y2.124Z-52.293B43.429C-317.726	N27220X-133.434Y10.359Z-37.493B44.038C-61.667
N26200X-139.595Y-8.593Z-42.787B43.52C-173.632	N26710X-149.625Y1.13Z-51.436B43.13C-314.959	N27230X-134.243Y10.715Z-38.17B44.262C-63.048
N26210X-138.526Y-9.379Z-41.886B43.197C-174.105	N26720X-148.9Y0.143Z-50.67B42.852C-312.021	N27240X-135.107Y11.082Z-38.901B44.5C-64.547
N26220X-137.378Y-10.231Z-40.93B42.849C-174.502	N26730X-148.177Y-1.016Z-49.894B42.554C-308.294	N27250X-136.013Y11.442Z-39.679B44.749C-66.157
N26230X-136.012Y-11.26Z-39.809B42.43C-174.818	N26740X-147.613Y-2.192Z-49.263B42.287C-304.17	N27260X-136.382Y11.583Z-39.999B44.85C-66.828
N26240X-134.966Y-12.057Z-38.965B42.107C-174.964	N26750X-147.287Y-3.203Z-48.863B42.09C-300.334	N27270X-138.193Y12.202Z-41.603B45.344C-70.31
N26250X-133.714Y-13.019Z-37.968B41.72C-175.08	N26760X-147.131Y-4.145Z-48.621B41.936C-296.509	N27280X-139.235Y12.479Z-42.556B45.624C-72.562
N26260X-132.724Y-13.772Z-37.189B41.417C-175.196	N26770X-147.138Y-5.231Z-48.503B41.795C-291.84	N27290X-139.916Y12.604Z-43.194B45.806C-74.228
N26270X-131.615Y-14.583Z-36.324B41.089C-175.468	N26780X-147.291Y-6.136Z-48.531B41.704C-287.799	N27300X-140.573Y12.647Z-43.83B45.977C-76.12
N26280X-130.328Y-15.421Z-35.325B40.741C-176.229	N26790X-147.539Y-7.008Z-48.642B41.632C-283.896	N27310X-141.089Y12.574Z-44.353B46.108C-78.018
N26290X-129.43Y-15.879Z-34.624B40.536C-177.276	N26800X-147.776Y-7.702Z-48.762B41.579C-280.881	N27320X-141.206Y12.534Z-44.476B46.136C-78.542
N26300X-128.36Y-16.188Z-33.773B40.362C-179.447	N26810X-148.024Y-8.43Z-48.882B41.516C-277.918	N27330X-141.382Y12.445Z-44.668B46.178C-79.445
N26310X-127.63Y-16.165Z-33.173B40.308C-181.819	N26820X-148.199Y-9.055Z-48.95B41.45C-275.629	N27340X-141.575Y12.299Z-44.888B46.222C-80.632
N26320X-126.712Y-15.619Z-32.366B40.375C-186.754	N26830X-148.315Y-9.735Z-48.955B41.359C-273.485	N27350X-141.754Y12.111Z-45.103B46.261C-81.961
N26330X-126.375Y-15.082Z-32.033B40.484C-189.857	N26840X-148.32Y-10.439Z-48.855B41.236C-271.698	N27360X-141.899Y11.935Z-45.283B46.292C-83.145
N26340X-126.168Y-14.437Z-31.792B40.628C-192.999	N26850X-148.208Y-11.056Z-48.665B41.102C-270.521	N27370X-142.108Y11.7Z-45.539B46.338C-84.807
N26350X-126.075Y-13.738Z-31.637B40.791C-196.026	N26860X-147.886Y-11.851Z-48.263B40.891C-269.538	N27380X-142.365Y11.477Z-45.843B46.397C-86.609
N26360X-126.108Y-12.577Z-31.529B41.071C-200.561	N26870X-147.298Y-12.717Z-47.621B40.612C-269.118	N27390X-142.753Y11.252Z-46.282B46.492C-88.898
N26370X-126.272Y-11.538Z-31.542B41.328C-204.297	N26880X-146.428Y-13.61Z-46.74B40.275C-269.34	N27400X-143.096Y11.12Z-46.657B46.579C-90.657
N26380X-126.663Y-10.062Z-31.689B41.697C-209.271	N26890X-145.497Y-14.357Z-45.838B39.956C-269.994	N27410X-143.588Y10.992Z-47.186B46.707C-92.937
N26385G91Z50	N26900X-143.613Y-15.556Z-44.089B39.38C-271.863	N27420X-144.116Y10.904Z-47.748B46.846C-95.196
N26395G90	N26910X-141.077Y-16.821Z-41.842B38.687C-274.893	N27430X-144.934Y10.824Z-48.614B47.064C-98.474
N26400X-169.502Y24.059Z-74.409B51.841C-325.731	N26920X-137.392Y-18.256Z-38.736B37.784C-279.77	N27440X-145.8Y10.783Z-49.531B47.296C-101.786
N26410X-169.544Y23.801Z-74.448B51.734C-326.852	N26930X-136.204Y-18.645Z-37.768B37.514C-281.418	N27450X-146.55Y10.769Z-50.328B47.498C-104.583
N26420X-169.566Y23.423Z-74.454B51.58C-328.341	N26940X-134.347Y-19.194Z-36.285B37.108C-284.054	N27460X-147.289Y10.766Z-51.117B47.696C-107.31
N26430X-169.547Y23.025Z-74.406B51.419C-329.745	N26950X-132.933Y-19.566Z-35.176B36.812C-286.111	N27470X-148.055Y10.77Z-51.941B47.9C-110.127
N26440X-169.51Y22.745Z-74.343B51.305C-330.653	N26960X-130.056Y-20.209Z-32.976B36.241C-290.42	N27480X-148.792Y10.776Z-52.748B48.096C-112.855
N26450X-169.446Y22.414Z-74.241B51.172C-331.646	N26970X-126.89Y-20.743Z-30.633B35.661C-295.378	N27490X-149.545Y10.781Z-53.564B48.295C-115.674
N26460X-169.345Y22.029Z-74.09B51.017C-332.702	N26980X-123.706Y-21.093Z-28.348B35.128C-300.639	N27500X-150.298Y10.782Z-54.394B48.492C-118.544
N26470X-169.12Y21.384Z-73.768B50.759C-334.267	N26990X-120.042Y-21.24Z-25.796B34.578C-307.134	N27510X-150.853Y10.777Z-55.012B48.635C-120.709
N26480X-168.795Y20.662Z-73.319B50.471C-335.751	N27000X-116.482Y-21.072Z-23.384B34.117C-314.071	N27520X-151.605Y10.759Z-55.858B48.827C-123.739
N26490X-168.464Y20.046Z-72.873B50.225C-336.815	N27010X-113.402Y-20.611Z-21.338B33.789C-320.813	N27530X-152.302Y10.725Z-56.651B49.001C-126.672
N26500X-167.963Y19.239Z-72.21849.903C-337.952	N27020X-110.27Y-19.716Z-19.275B33.546C-328.8	N27540X-152.978Y10.669Z-57.43B49.165C-129.685
N26510X-167.585Y18.694Z-71.718B49.686C-338.567	N27030X-107.788Y-18.536Z-17.631B33.451C-336.536	N27550X-153.703Y10.569Z-58.278B49.335C-133.189
N26520X-166.704Y17.562Z-70.594B49.233C-339.468	N27040X-106.021Y-14.916Z-16.274B33.929C-350.182	N27560X-154.327Y10.429Z-59.023B49.471C-136.568
N26530X-165.706Y16.424Z-69.349B48.778C-339.889	N27050X-86.021Y-14.916Z13.726B33.929C-350.182	N27570X-154.843Y10.244Z-59.653B49.573C-139.813
N26540X-164.978Y15.659Z-68.457B48.472C-339.911	N27060C9.818	N27580X-155.158Y10.072Z-60.049B49.626C-142.185
N26550X-164.274Y14.957Z-67.606B48.19C-339.755	N27070X-106.96Y-14.874Z-19.965B34.678C10.706	N27590X-155.541Y9.7Z-60.558B49.666C-146.095
N26560X-163.51Y14.226Z-66.693B47.897C-339.42	N27080X-108.367Y-9.351Z-20.397B35.98C-5.701	N27600X-155.663Y9.444Z-60.742B49.658C-148.211
N26570X-162.208Y13.032Z-65.161B47.42C-338.524	N27090X-109.051Y-8.044Z-20.722B36.341C-9.505	N27610X-155.71Y9.074Z-60.856B49.615C-150.729
N26580X-161.468Y12.374Z-64.303B47.159C-337.86	N27100X-110.17Y-6.35Z-21.302B36.843C-14.265	N27620X-155.634Y8.636Z-60.836B49.533C-153.154
N26590X-160.586Y11.602Z-63.291B46.854C-336.942	N27110X-111.953Y-4.184Z-22.296B37.54C-20.167	N27630X-155.491Y8.266Z-60.725B49.445C-154.857

N27640X-155.148Y7.662Z-60.417B49.276C-157.147	N28150X-169.202Y22.05Z-77.733B51.709C-331.94	N28670X-123.228Y-21.014Z-31.35B35.56C-300.509
N27650X-154.757Y7.12Z-60.045B49.105C-158.807	N28160X-169Y21.402Z-77.436B51.458C-333.493	N28680X-119.827Y-21.134Z-28.946B35.077C-306.945
N27660X-154.36Y6.64Z-59.658B48.943C-160.043	N28170X-168.697Y20.676Z-77.009B51.177C-334.964	N28690X-116.535Y-20.945Z-26.673B34.68C-313.802
N27670X-153.904Y6.135Z-59.21B48.764C-161.147	N28180X-168.384Y20.058Z-76.577B50.936C-336.019	N28700X-113.695Y-20.473Z-24.741B34.406C-320.45
N27680X-153.446Y5.661Z-58.757B48.59C-162.034	N28190X-167.905Y19.249Z-75.929B50.619C-337.147	N28710X-110.813Y-19.582Z-22.791B34.217C-328.31
N27690X-152.819Y5.044Z-58.136B48.358C-163.005	N28200X-167.541Y18.703Z-75.445B50.404C-337.756	N28720X-108.527Y-18.421Z-21.231B34.161C-335.909
N27700X-152.336Y4.59Z-57.66B48.182C-163.612	N28210X-166.689Y17.569Z-74.332B49.955C-338.652	N28730X-106.96Y-14.874Z-19.965B34.678C-349.294
N27710X-151.576Y3.898Z-56.911B47.91C-164.391	N28220X-165.717Y16.43Z-73.092B49.501C-339.07	N28740X-86.96Y-14.874Z10.035B34.678C-349.294
N27720X-151.094Y3.47Z-56.438B47.739C-164.798	N28230X-165.006Y15.665Z-72.201B49.195C-339.094	N28750C10.706
N27730X-150.301Y2.78Z-55.664B47.461C-165.359	N28240X-164.317Y14.963Z-71.348B48.913C-338.941	N28760X-107.802Y-14.82Z-23.642B35.423C11.562
N27740X-149.459Y2.062Z-54.85B47.17C-165.843	N28250X-163.567Y14.23Z-70.432B48.619C-338.613	N28770X-109.197Y-9.42Z-24.088B36.723C-4.549
N27750X-148.933Y1.619Z-54.345B46.989C-166.103	N28260X-162.285Y13.039Z-68.89B48.138C-337.73	N28780X-109.837Y-8.143Z-24.397B37.074C-8.29
N27760X-148.278Y1.072Z-53.72B46.765C-166.393	N28270X-161.554Y12.38Z-68.025B47.874C-337.075	N28790X-110.879Y-6.487Z-24.948B37.561C-12.975
N27770X-147.089Y0.092Z-52.597B46.361C-166.861	N28280X-160.682Y11.611Z-67.002B47.565C-336.17	N28800X-112.534Y-4.366Z-25.888B38.232C-18.791
N27780X-146.363Y-0.501Z-51.919B46.117C-167.128	N28290X-159.897Y10.927Z-66.093B47.292C-335.255	N28810X-114.827Y-1.942Z-27.278B39.064C-25.293
N27790X-145.529Y-1.177Z-51.147B45.838C-167.435	N28300X-158.837Y10.008Z-64.878B46.927C-333.88	N28820X-116.537Y-0.365Z-28.366B39.642C-29.489
N27800X-144.62Y-1.907Z-50.315B45.537C-167.785	N28310X-157.85Y9.154Z-63.762B46.591C-332.469	N28830X-118.444Y1.234Z-29.625B40.259C-33.759
N27810X-143.659Y-2.671Z-49.444B45.221C-168.187	N28320X-156.959Y8.38Z-62.764B46.29C-331.092	N28840X-120.201Y2.592Z-30.824B40.809C-37.424
N27820X-142.771Y-3.371Z-48.646B44.933C-168.598	N28330X-155.965Y7.507Z-61.664B45.953C-329.443	N28850X-121.522Y3.555Z-31.751B41.214C-40.055
N27830X-141.758Y-4.157Z-47.747B44.608C-169.115	N28340X-155.096Y6.732Z-60.711B45.659C-327.899	N28860X-124.076Y5.291Z-33.598B41.978C-44.919
N27840X-140.922Y-4.798Z-47.012B44.344C-169.581	N28350X-154.15Y5.872Z-59.682B45.337C-326.099	N28870X-126.211Y6.635Z-35.2B42.603C-48.833
N27850X-139.977Y-5.514Z-46.189B44.048C-170.141	N28360X-153.226Y5.011Z-58.688B45.02C-324.209	N28880X-128.317Y7.872Z-36.831B43.209C-52.616
N27860X-139.025Y-6.224Z-45.368B43.754C-170.727	N28370X-152.341Y4.16Z-57.741B44.714C-322.247	N28890X-130.538Y9.086Z-38.608B43.84C-56.588
N27870X-137.935Y-7.028Z-44.438B43.421C-171.397	N28380X-151.273Y3.088Z-56.609B44.339C-319.639	N28900X-131.592Y9.628Z-39.472B44.136C-58.486
N27880X-136.829Y-7.837Z-43.506B43.086C-172.045	N28390X-150.39Y2.15Z-55.678B44.022C-317.213	N28910X-132.408Y10.032Z-40.151B44.363C-59.971
N27890X-135.778Y-8.604Z-42.63B42.769C-172.6	N28400X-149.516Y1.158Z-54.761B43.7C-314.481	N28920X-133.155Y10.389Z-40.78B44.571C-61.35
N27900X-134.707Y-9.388Z-41.75B42.446C-173.08	N28410X-148.723Y0.172Z-53.928B43.396C-311.578	N28930X-133.952Y10.754Z-41.46B44.792C-62.847
N27910X-133.558Y-10.238Z-40.816B42.097C-173.482	N28420X-147.903Y-0.987Z-53.062B43.063C-307.894	N28940X-134.787Y11.118Z-42.181B45.021C-64.455
N27920X-132.189Y-11.265Z-39.723B41.678C-173.803	N28430X-147.22Y-2.164Z-52.325B42.755C-303.814	N28950X-135.126Y11.26Z-42.477B45.114C-65.125
N27930X-131.143Y-12.06Z-38.901B41.355C-173.95	N28440X-146.773Y-3.17Z-51.822B42.518C-300.016	N28960X-136.788Y11.883Z-43.955B45.564C-68.604
N27940X-129.89Y-13.024Z-37.929B40.968C-174.068	N28450X-146.488Y-4.123Z-51.472B42.322C-296.224	N28970X-137.737Y12.163Z-44.825B45.816C-70.855
N27950X-128.9Y-13.776Z-37.171B40.665C-174.185	N28460X-146.327Y-5.215Z-51.218B42.128C-291.592	N28980X-138.352Y12.29Z-45.401B45.976C-72.52
N27960X-127.789Y-14.586Z-36.328B40.337C-174.461	N28470X-146.327Y-6.127Z-51.123B41.988C-287.579	N28990X-138.937Y12.335Z-45.967B46.124C-74.411
N27970X-126.498Y-15.42Z-35.352B39.989C-175.234	N28480X-146.422Y-7.006Z-51.113B41.868C-283.698	N29000X-139.385Y12.264Z-46.419B46.23C-76.307
N27980X-125.595Y-15.872Z-34.665B39.784C-176.298	N28490X-146.538Y-7.707Z-51.137B41.777C-280.698	N29010X-139.483Y12.224Z-46.523B46.252C-76.831
N27990X-124.515Y-16.169Z-33.828B39.611C-178.503	N28500X-146.664Y-8.444Z-51.162B41.677C-277.747	N29020X-139.629Y12.136Z-46.682B46.282C-77.733
N28000X-123.779Y-16.131Z-33.238B39.559C-180.912	N28510X-146.744Y-9.077Z-51.157B41.581C-275.467	N29030X-139.782Y11.991Z-46.859B46.31C-78.919
N28010X-122.864Y-15.553Z-32.451B39.636C-185.924	N28520X-146.768Y-9.764Z-51.093B41.462C-273.332	N29040X-139.917Y11.803Z-47.025B46.332C-80.247
N28020X-122.538Y-14.994Z-32.132B39.754C-189.074	N28530X-146.696Y-10.475Z-50.938B41.316C-271.552	N29050X-140.023Y11.629Z-47.162B46.347C-81.43
N28030X-122.351Y-14.326Z-31.909B39.909C-192.262	N28540X-146.531Y-11.098Z-50.712B41.166C-270.381	N29060X-140.178Y11.394Z-47.357B46.371C-83.092
N28040X-122.286Y-13.605Z-31.775B40.085C-195.332	N28550X-146.162Y-11.898Z-50.284B40.943C-269.405	N29070X-140.376Y11.173Z-47.594B46.407C-84.894
N28050X-122.375Y-12.41Z-31.705B40.388C-199.928	N28560X-145.549Y-12.769Z-49.635B40.659C-268.994	N29080X-140.687Y10.951Z-47.947B46.472C-87.186
N28060X-122.6Y-11.342Z-31.757B40.666C-203.712	N28570X-144.68Y-13.665Z-48.77B40.325C-269.227	N29090X-140.97Y10.822Z-48.257B46.536C-88.947
N28070X-123.087Y-9.83Z-31.966B41.069C-208.744	N28580X-143.769Y-14.413Z-47.898B40.015C-269.89	N29100X-141.384Y10.699Z-48.699B46.634C-91.233
N28075G91250	N28590X-141.951Y-15.608Z-46.223B39.462C-271.775	N29110X-141.834Y10.615Z-49.175B46.744C-93.498
N28085G90	N28600X-139.531Y-16.864Z-44.087B38.809C-274.819	N29120X-142.541Y10.544Z-49.915B46.919C-96.788
N28090X-169.267Y24.101Z-77.923B52.492C-325.026	N28610X-136.041Y-18.279Z-41.147B37.969C-279.709	N29130X-143.296Y10.512Z-50.705B47.109C-100.114
N28100X-169.324Y23.839Z-77.985B52.392C-326.138	N28620X-134.92Y-18.661Z-40.233B37.72C-281.358	N29140X-143.954Y10.506Z-51.395B47.275C-102.924
N28110X-169.366Y23.456Z-78.02B52.247C-327.615	N28630X-133.173Y-19.197Z-38.832B37.347C-283.995	N29150X-144.606Y10.512Z-52.082B47.439C-105.665
N28120X-169.364Y23.055Z-77.998B52.094C-329.008	N28640X-131.844Y-19.559Z-37.787B37.076C-286.049	N29160X-145.284Y10.525Z-52.8847.609C-108.499
N28130X-169.34Y22.772Z-77.951B51.986C-329.909	N28650X-129.149Y-20.18Z-35.712B36.558C-290.348	N29170X-145.939Y10.541Z-53.499B47.772C-111.245
N28140X-169.289Y22.438Z-77.866B51.858C-330.893	N28660X-126.192Y-20.689Z-33.504B36.035C-295.283	N29180X-146.61Y10.557Z-54.22B47.938C-114.082



N29190X-147.283Y10.568Z-54.948B48.102C-116.972	N29710X-118.723Y-14.916Z-32.288B39.02C-188.268	N30220X-145.023Y-10.507Z-52.979B41.381C-271.404
N29200X-147.779Y10.571Z-55.491B48.221C-119.154	N29720X-118.553Y-14.225Z-32.079B39.185C-191.504	N30230X-144.807Y-11.135Z-52.718B41.216C-270.238
N29210X-148.455Y10.565Z-56.235B48.38C-122.207	N29730X-118.512Y-13.48Z-31.961B39.372C-194.62	N30240X-144.392Y-11.941Z-52.264B40.98C-269.271
N29220X-149.081Y10.543Z-56.932B48.524C-125.164	N29740X-118.652Y-12.25Z-31.925B39.697C-199.28	N30250X-143.754Y-12.816Z-51.61B40.691C-268.869
N29230X-149.688Y10.499Z-57.616B48.658C-128.202	N29750X-118.932Y-11.154Z-32.018B39.996C-203.113	N30260X-142.886Y-13.714Z-50.762B40.359C-269.111
N29240X-150.339Y10.413Z-58.361B48.795C-131.737	N29760X-119.512Y-9.604Z-32.274B40.432C-208.207	N30270X-141.995Y-14.462Z-49.919B40.058C-269.783
N29250X-150.898Y10.286Z-59.012B48.901C-135.147	N29765G91Z50	N30280X-140.241Y-15.654Z-48.317B39.531C-271.684
N29260X-151.357Y10.114Z-59.559B48.976C-138.421	N29775G90	N30290X-137.934Y-16.9Z-46.292B38.917C-274.743
N29270X-151.634Y9.951Z-59.9B49.011C-140.815	N29780X-168.955Y24.143Z-81.372B53.13C-324.327	N30300X-134.635Y-18.295Z-43.518B38.141C-279.644
N29280X-151.961Y9.594Z-60.326B49.022C-144.763	N29790X-169.027Y23.877Z-81.458B53.038C-325.431	N30310X-133.58Y-18.669Z-42.657B37.912C-281.295
N29290X-152.055Y9.345Z-60.471B49C-146.9	N29800X-169.088Y23.49Z-81.524B52.903C-326.897	N30320X-131.94Y-19.192Z-41.339B37.572C-283.931
N29300X-152.073Y8.985Z-60.544B48.942C-149.442	N29810X-169.105Y23.084Z-81.529B52.758C-328.279	N30330X-130.695Y-19.544Z-40.356B37.327C-285.983
N29310X-151.972Y8.555Z-60.489B48.846C-151.891	N29820X-169.093Y22.799Z-81.499B52.655C-329.173	N30340X-128.176Y-20.143Z-38.407B36.861C-290.271
N29320X-151.813Y8.191Z-60.359B48.749C-153.612	N29830X-169.055Y22.462Z-81.433B52.533C-330.149	N30350X-125.423Y-20.627Z-36.334B36.396C-295.184
N29330X-151.457Y.595Z-60.031B48.569C-155.924	N29840X-168.983Y22.072Z-81.318B52.39C-331.188	N30360X-122.673Y-20.927Z-34.313B35.979C-300.375
N29340X-151.046Y7.059Z-59.649B48.392C-157.601	N29850X-168.802Y21.419Z-81.047B52.148C-332.728	N30370X-119.53Y-21.02Z-32.058B35.563C-306.754
N29350X-150.64Y6.582Z-59.259B48.225C-158.85	N29860X-168.522Y20.69Z-80.644B51.874C-334.188	N30380X-116.499Y-20.812Z-29.925B35.231C-313.534
N29360X-150.177Y6.081Z-58.818B48.042C-159.965	N29870X-168.227Y20.07Z-80.228B51.638C-335.234	N30390X-113.893Y-20.33Z-28.111B35.012C-320.093
N29370X-149.714Y5.609Z-58.361B47.865C-160.861	N29880X-167.77Y19.259Z-79.597B51.326C-336.354	N30400X-111.254Y-19.441Z-26.278B34.877C-327.83
N29380X-149.081Y4.996Z-57.746B47.629C-161.842	N29890X-167.42Y18.712Z-79.121B51.114C-336.959	N30410X-109.163Y-18.298Z-24.807B34.863C-335.3
N29390X-148.595Y4.543Z-57.275B47.451C-162.455	N29900X-166.596Y17.576Z-78.021B50.668C-337.848	N30420X-107.802Y-14.82Z-23.642B35.423C-348.438
N29400X-147.831Y3.853Z-56.537B47.177C-163.241	N29910X-165.65Y16.437Z-76.788B50.216C-338.265	N30430X-87.802Y-14.82Z6.358B35.423C-348.438
N29410X-147.347Y3.426Z-56.072B47.005C-163.652	N29920X-164.955Y15.671Z-75.897B49.91C-338.291	N30440C11.562
N29420X-146.551Y2.738Z-55.313B46.726C-164.218	N29930X-164.28Y14.969Z-75.043B49.627C-338.142	N30450X-108.548Y-14.753Z-27.301B36.163C12.39
N29430X-145.707Y2.021Z-54.514B46.433C-164.706	N29940X-163.543Y14.238Z-74.124B49.332C-337.819	N30460X-109.953Y-9.47Z-27.777B37.469C-3.437
N29440X-145.18Y1.579Z-54.019B46.251C-164.968	N29950X-162.28Y13.046Z-72.572B48.848C-336.949	N30470X-110.558Y-8.223Z-28.074B37.813C-7.117
N29450X-144.523Y1.033Z-53.406B46.026C-165.262	N29960X-161.558Y12.389Z-71.699B48.581C-336.304	N30480X-111.535Y-6.605Z-28.683B.286C-11.729
N29460X-143.332Y0.053Z-52.307B45.622C-165.733	N29970X-160.694Y11.619Z-70.665B48.268C-335.411	N30490X-113.077Y-4.528Z-29.492B38.935C-17.46
N29470X-142.606Y-0.539Z-51.643B45.377C-166.003	N29980X-159.915Y10.936Z-69.744B47.99C-334.508	N30500X-115.206Y-2.148Z-30.808B39.732C-23.877
N29480X-141.771Y-1.214Z-50.888B45.097C-166.313	N29990X-158.858Y10.019Z-68.511B47.619C-333.152	N30510X-116.79Y-0.598Z-31.835B40.284C-28.025
N29490X-140.861Y-1.943Z-50.073B44.795C-166.666	N30000X-157.872Y9.167Z-67.374B47.276C-331.76	N30520X-118.554Y0.978Z-33.022B40.87C-32.25
N29500X-139.898Y-2.706Z-49.221B44.479C-167.072	N30010X-156.978Y8.393Z-66.356B46.966C-330.402	N30530X-120.179Y2.319Z-34.15B41.391C-35.881
N29510X-139.008Y-3.404Z-48.44B44.19C-167.486	N30020X-155.977Y7.522Z-65.229B46.62C-328.774	N30540X-121.401Y3.271Z-35.021B41.774C-38.491
N29520X-137.993Y-4.19Z-47.56B43.864C-168.01	N30030X-155.099Y6.749Z-64.25B46.316C-327.251	N30550X-123.761Y4.991Z-36.754B42.494C-43.318
N29530X-137.155Y-4.829Z-46.84B43.599C-168.481	N30040X-154.137Y5.891Z-63.19B45.983C-325.475	N30560X-125.734Y6.325Z-38.255B43.081C-47.208
N29540X-136.207Y-5.543Z-46.034B43.302C-169.048	N30050X-153.194Y5.032Z-62.161B45.653C-323.61	N30570X-127.678Y7.556Z-39.781B43.648C-50.973
N29550X-135.252Y-6.251Z-45.23B43.007C-169.64	N30060X-152.283Y4.182Z-61.177B45.333C-321.674	N30580X-129.727Y8.767Z-41.44B44.235C-54.928
N29560X-134.16Y-7.053Z-44.32B42.673C-170.319	N30070X-151.176Y3.113Z-59.992B44.938C-319.099	N30590X-130.698Y9.308Z-42.244B44.509C-56.82
N29570X-133.051Y-7.859Z-43.408B42.337C-170.975	N30080X-150.249Y2.176Z-59.009B44.601C-316.704	N30600X-131.45Y9.712Z-42.875B44.72C-58.301
N29580X-131.997Y-8.624Z-42.552B42.02C-171.538	N30090X-149.32Y1.185Z-58.031B44.256C-314.005	N30610X-132.137Y10.069Z-43.459B44.912C-59.675
N29590X-130.925Y-9.406Z-41.691B41.696C-172.024	N30100X-148.46Y0.201Z-57.131B43.926C-311.137	N30620X-132.87Y10.435Z-44.089B45.115C-61.169
N29600X-129.773Y-10.255Z-40.78B41.347C-172.43	N30110X-147.547Y-0.957Z-56.174B43.558C-307.495	N30630X-133.636Y10.799Z-44.756B45.325C-62.773
N29610X-128.404Y-11.281Z-39.715B40.928C-172.755	N30120X-146.747Y-2.136Z-55.332B43.208C-303.458	N30640X-133.947Y10.941Z-45.029B45.41C-63.441
N29620X-127.358Y-12.077Z-38.913B40.605C-172.905	N30130X-146.182Y-3.15Z-54.727B42.931C-299.697	N30650X-135.464Y11.568Z-46.385B45.818C-66.915
N29630X-126.106Y-13.038Z-37.967B40.218C-173.024	N30140X-145.771Y-4.099Z-54.27B42.693C-295.938	N30660X-136.324Y11.849Z-47.174B46.042C-69.162
N29640X-125.116Y-13.79Z-37.229B39.915C-173.142	N30150X-145.447Y-5.197Z-53.881B42.445C-291.342	N30670X-136.874Y11.977Z-47.691B46.181C-70.825
N29650X-124.004Y-14.599Z-36.407B39.586C-173.422	N30160X-145.298Y-6.115Z-53.665B42.257C-287.356	N30680X-137.389Y12.024Z-48.188B46.305C-72.713
N29660X-122.709Y-15.429Z-35.453B39.238C-174.207	N30170X-145.244Y-7.002Z-53.534B42.089C-283.498	N30690X-137.77Y11.954Z-48.573B46.386C-74.606
N29670X-121.8Y-15.876Z-34.779B39.033C-175.287	N30180X-145.242Y-7.711Z-53.464B41.96C-280.512	N30700X-137.851Y11.914Z-48.658B46.401C-75.129
N29680X-120.708Y-16.16Z-33.954B38.86C-177.528	N30190X-145.249Y-8.455Z-53.396B41.822C-277.574	N30710X-137.966Y11.827Z-48.785B46.42C-76.03
N29690X-119.963Y-16.108Z-33.371B38.81C-179.976	N30200X-145.236Y-9.095Z-53.319B41.697C-275.303	N30720X-138.081Y11.682Z-48.919B46.433C-77.214
N29700X-119.041Y-15.497Z-32.596B38.894C-185.068	N30210X-145.172Y-9.789Z-53.188B41.551C-273.176	N30730X-138.173Y11.495Z-49.038B46.438C-78.539

N30740X-138.242Y11.321Z-49.133B46.438C-79.721	N31260X-129.312Y-7.891Z-43.39B41.592C-169.873	N31770X-150.023Y2.203Z-62.286B45.167C-316.199
N30750X-138.344Y11.087Z-49.269B46.44C-81.38	N31270X-128.256Y-8.654Z-42.553B41.274C-170.442	N31780X-149.039Y1.214Z-61.247B44.798C-313.533
N30760X-138.483Y10.867Z-49.441B46.453C-83.182	N31280X-127.181Y-9.434Z-41.712B40.949C-170.935	N31790X-148.115Y0.23Z-60.278B44.442C-310.699
N30770X-138.719Y10.648Z-49.711B46.488C-85.473	N31290X-126.029Y-10.281Z-40.822B40.6C-171.346	N31800X-147.109Y-0.928Z-59.232B44.038C-307.097
N30780X-138.943Y10.521Z-49.955B46.529C-87.236	N31300X-124.66Y-11.306Z-39.783B40.18C-171.675	N31810X-146.197Y-2.106Z-58.285B43.647C-303.102
N30790X-139.279Y10.401Z-50.313B46.596C-89.525	N31310X-123.615Y-12.103Z-39.002B39.857C-171.826	N31820X-145.517Y-3.122Z-57.577B43.329C-299.376
N30800X-139.653Y10.322Z-50.705B46.676C-91.794	N31320X-122.364Y-13.063Z-38.082B39.47C-171.946	N31830X-144.983Y-4.074Z-57.014B43.049C-295.651
N30810X-140.248Y10.257Z-51.322B46.809C-95.093	N31330X-121.375Y-13.815Z-37.363B39.167C-172.065	N31840X-144.5Y-5.177Z-56.491B42.747C-291.09
N30820X-140.892Y10.234Z-51.987B46.956C-98.429	N31340X-120.264Y-14.623Z-36.562B38.838C-172.349	N31850X-144.207Y-6.102Z-56.155B42.511C-287.13
N30830X-141.457Y10.236Z-52.572B47.086C-101.251	N31350X-118.965Y-15.449Z-35.629B38.489C-173.145	N31860X-144.008Y-6.996Z-55.907B42.295C-283.295
N30840X-142.02Y10.25Z-53.157B47.215C-104.005	N31360X-118.048Y-15.891Z-34.966B38.283C-174.243	N31870X-143.89Y-7.711Z-55.744B42.128C-280.324
N30850X-142.609Y10.273Z-53.77B47.35C-106.853	N31370X-116.942Y-16.163Z-34.151B38.109C-176.521	N31880X-143.781Y-8.463Z-55.585B41.952C-277.399
N30860X-143.18Y10.298Z-54.37B47.48C-109.614	N31380X-116.183Y-16.097Z-33.572B38.059C-179.01	N31890X-143.677Y-9.109Z-55.437B41.798C-275.138
N30870X-143.766Y10.323Z-54.989B47.612C-112.469	N31390X-115.249Y-15.452Z-32.804B38.149C-184.186	N31900X-143.526Y-9.81Z-55.241B41.624C-273.018
N30880X-144.356Y10.345Z-55.616B47.742C-115.378	N31400X-114.933Y-14.848Z-32.503B38.281C-187.437	N31910X-143.303Y-10.535Z-54.979B41.431C-271.254
N30890X-144.792Y10.357Z-56.084B47.836C-117.575	N31410X-114.774Y-14.133Z-32.303B38.455C-190.724	N31920X-143.036Y-11.168Z-54.685B41.251C-270.094
N30900X-145.386Y10.362Z-56.726B47.961C-120.65	N31420X-114.753Y-13.365Z-32.199B38.654C-193.887	N31930X-142.577Y-11.979Z-54.206B41.002C-269.135
N30910X-145.938Y10.351Z-57.327B48.073C-123.63	N31430X-114.94Y-12.099Z-32.189B38.998C-198.615	N31940X-141.915Y-12.858Z-53.548B40.708C-268.742
N30920X-146.473Y10.319Z-57.917B48.176C-126.692	N31440X-115.271Y-10.973Z-32.303B39.318C-202.501	N31950X-141.048Y-13.758Z-52.716B40.38C-268.995
N30930X-147.046Y10.247Z-58.558B48.278C-130.256	N31450X-115.939Y-9.385Z-32.616B39.785C-207.659	N31960X-140.175Y-14.505Z-51.903B40.087C-269.676
N30940X-147.535Y10.134Z-59.115B48.353C-133.696	N31455G91250	N31970X-138.485Y-15.693Z-50.375B39.585C-271.591
N30950X-147.932Y9.975Z-59.578B48.399C-137	N31465G90	N31980X-136.288Y-16.928Z-48.459B39.011C-274.665
N30960X-148.168Y9.821Z-59.861B48.414C-139.415	N31470X-168.569Y24.185Z-84.755B53.756C-323.635	N31990X-133.175Y-18.302Z-45.849B38.298C-279.577
N30970X-148.433Y9.479Z-60.202B48.396C-143.4	N31480X-168.655Y23.915Z-84.866B53.672C-324.731	N32000X-132.185Y-18.669Z-45.041B38.091C-281.229
N30980X-148.497Y9.238Z-60.306B48.359C-145.558	N31490X-168.735Y23.523Z-84.963B53.546C-326.186	N32010X-130.649Y-19.179Z-43.806B37.784C-283.864
N30990X-148.483Y8.887Z-60.336B48.284C-148.125	N31500X-168.77Y23.114Z-84.997B53.411C-327.558	N32020X-129.486Y-19.52Z-42.885B37.564C-285.913
N31000X-148.353Y8.466Z-60.246B48.173C-150.598	N31510X-168.77Y22.825Z-84.985B53.314C-328.445	N32030X-127.14Y-20.097Z-41.062B37.151C-290.19
N31010X-148.176Y8.108Z-60.095B48.066C-152.335	N31520X-168.745Y22.486Z-84.938B53.198C-329.414	N32040X-124.586Y-20.557Z-39.123B36.745C-295.081
N31020X-147.791Y7.519Z-59.744B47.874C-154.671	N31530X-168.687Y22.094Z-84.843B53.061C-330.445	N32050X-122.044Y-20.832Z-37.236B36.386C-300.239
N31030X-147.372Y6.989Z-59.351B47.689C-156.365	N31540X-168.528Y21.437Z-84.685Z.827C-331.974	N32060X-119.152Y-20.9Z-35.13B36.037C-306.562
N31040X-146.957Y6.516Z-58.956B47.516C-157.627	N31550X-168.271Y20.705Z-84.222B52.561C-333.422	N32070X-116.375Y-20.672Z-33.139B35.77C-313.267
N31050X-146.486Y6.019Z-58.506B47.328C-158.753	N31560X-167.993Y20.083Z-83.824B52.331C-334.461	N32080X-113.997Y-20.181Z-31.447B35.607C-319.74
N31060X-146.017Y5.55Z-58.058B47.148C-159.657	N31570X-167.558Y19.269Z-83.211B52.024C-335.572	N32090X-111.596Y-19.294Z-29.734B35.528C-327.361
N31070X-145.378Y4.939Z-57.448B46.908C-160.648	N31580X-167.222Y18.721Z-82.745B51.815C-336.173	N32100X-109.698Y-18.168Z-28.356B35.556C-334.707
N31080X-144.888Y4.489Z-56.982B46.728C-161.267	N31590X-166.425Y17.583Z-81.659B51.374C-337.057	N32110X-108.548Y-14.753Z-27.301B36.163C-347.61
N31090X-144.12Y3.801Z-56.255B46.451C-162.061	N31600X-165.504Y16.443Z-80.433B50.923C-337.473	N32120X-88.548Y-14.753Z.699B36.163C-347.61
N31100X-143.633Y3.375Z-55.797B46.278C-162.476	N31610X-164.825Y15.678Z-79.544B50.617C-337.501	N32130C12.39
N31110X-142.835Y2.688Z-55.051B45.997C-163.047	N31620X-164.163Y14.975Z-78.689B50.334C-337.355	N32140X-109.198Y-14.675Z-30.94B36.899C13.192
N31120X-141.989Y1.973Z-54.267B45.702C-163.54	N31630X-163.44Y14.245Z-77.767B50.037C-337.038	N32150X-110.634Y-9.504Z-31.46B38.217C-2.363
N31130X-141.461Y1.531Z-53.782B45.52C-163.804	N31640X-162.194Y13.053Z-76.205B49.549C-336.181	N32160X-111.211Y-8.285Z-31.749B38.556C-5.984
N31140X-140.804Y0.985Z-53.181B45.294C-164.099	N31650X-161.48Y12.397Z-75.324B49.279C-335.545	N32170X-112.133Y-6.703Z-32.255B39.018C-10.524
N31150X-139.612Y0.007Z-52.105B44.888C-164.574	N31660X-160.623Y11.628Z-74.279B48.962C-334.665	N32180X-113.576Y-4.669Z-33.107B39.647C-16.172
N31160X-138.885Y-0.585Z-51.455B44.643C-164.846	N31670X-159.849Y10.945Z-73.346B48.679C-333.774	N32190X-115.558Y-2.335Z-34.355B40.414C-22.505
N31170X-138.049Y-1.259Z-50.716B44.362C-165.159	N31680X-158.796Y10.03Z-72.093B48.301C-332.435	N32200X-117.027Y-0.811Z-35.326B40.941C-26.603
N31180X-137.139Y-1.988Z-49.918B44.059C-165.515	N31690X-157.809Y9.179Z-70.935B47.95C-331.062	N32210X-118.662Y0.741Z-36.446B41.499C-30.783
N31190X-136.175Y-2.75Z-49.083B43.742C-165.924	N31700X-156.912Y8.407Z-69.896B47.632C-329.722	N32220X-120.164Y2.064Z-37.508B41.993C-34.379
N31200X-135.283Y-3.447Z-48.319B43.452C-166.343	N31710X-155.904Y7.538Z-68.742B47.277C-328.115	N32230X-121.294Y3.004Z-38.327B42.355C-36.965
N31210X-134.267Y-4.231Z-47.457B43.125C-166.872	N31720X-155.015Y6.766Z-67.737B46.963C-326.612	N32240X-123.473Y4.707Z-39.953B43.033C-41.754
N31220X-133.427Y-4.869Z-46.752B42.858C-167.348	N31730X-154.038Y5.91Z-66.645B46.617C-324.859	N32250X-125.293Y6.03Z-41.359B43.583C-45.618
N31230X-132.476Y-5.581Z-45.962B42.56C-167.922	N31740X-153.074Y5.053Z-65.58B46.274C-323.018	N32260X-127.084Y7.253Z-42.784B44.113C-49.361
N31240X-131.519Y-6.288Z-45.174B42.264C-168.521	N31750X-152.139Y4.205Z-64.558B45.939C-321.107	N32270X-128.97Y8.458Z-44.329B44.658C-53.297
N31250X-130.423Y-7.087Z-44.283B41.929C-169.208	N31760X-150.992Y3.138Z-63.32B45.524C-318.565	N32280X-129.862Y8.997Z-45.077B44.912C-55.181



N32290X-130.552Y9.4Z-45.662B45.107C-56.656	N32810X-138.31Y1.915Z-54.11B44.98C-162.341	N33320X-163.257Y14.251Z-81.358B50.733C-336.269
N32300X-131.183Y9.756Z-46.203B45.283C-58.026	N32820X-137.781Y1.474Z-53.634B44.796C-162.607	N33330X-162.029Y13.06Z-79.787B50.241C-335.425
N32310X-131.854Y10.122Z-46.785B45.469C-59.514	N32830X-137.123Y0.929Z-53.045B44.57C-162.905	N33340X-161.322Y12.404Z-78.898B49.968C-334.798
N32320X-132.554Y10.486Z-47.399B45.66C-61.114	N32840X-135.931Y-0.049Z-51.991B44.162C-163.383	N33350X-160.472Y11.636Z-77.841B49.646C-333.929
N32330X-132.838Y10.628Z-47.65B45.737C-61.78	N32850X-135.204Y-0.64Z-51.355B43.916C-163.657	N33360X-159.702Y10.955Z-76.895B49.359C-333.05
N32340X-134.216Y11.256Z-48.889B46.104C-65.245	N32860X-134.368Y-1.314Z-50.631B43.634C-163.972	N33370X-158.651Y10.041Z-75.623B48.973C-331.729
N32350X-134.988Y11.538Z-49.601B46.301C-67.486	N32870X-133.457Y-2.042Z-49.85B43.33C-164.331	N33380X-157.663Y9.191Z-74.444B48.614C-330.374
N32360X-135.477Y11.667Z-50.06B46.419C-69.145	N32880X-132.493Y-2.803Z-49.032B43.012C-164.744	N33390X-156.762Y8.421Z-73.382B48.288C-329.051
N32370X-135.924Y11.714Z-50.491B46.519C-71.029	N32890X-131.6Y-3.499Z-48.284B42.72C-165.166	N33400X-155.746Y7.553Z-72.201B47.922C-327.466
N32380X-136.241Y11.645Z-50.81B46.577C-72.917	N32900X-130.582Y-4.282Z-47.439B42.392C-165.7	N33410X-154.846Y6.784Z-71.169B47.598C-325.981
N32390X-136.304Y11.605Z-50.877B46.586C-73.439	N32910X-129.741Y-4.918Z-46.748B42.124C-166.182	N33420X-153.854Y5.929Z-70.045B47.239C-324.251
N32400X-136.391Y11.518Z-50.973B46.593C-74.337	N32920X-128.788Y-5.629Z-45.973B41.824C-166.762	N33430X-152.87Y5.074Z-68.945B46.883C-322.434
N32410X-136.467Y11.373Z-51.066B46.591C-75.518	N32930X-127.828Y-6.334Z-45.201B41.527C-167.368	N33440X-151.909Y4.227Z-67.884B46.533C-320.547
N32420X-136.519Y11.186Z-51.139B46.578C-76.84	N32940X-126.729Y-7.13Z-44.328B41.19C-168.064	N33450X-150.724Y3.162Z-66.593B46.097C-318.036
N32430X-136.552Y11.012Z-51.193B46.563C-78.019	N32950X-125.615Y-7.933Z-43.453B40.852C-168.736	N33460X-149.713Y2.23Z-65.506B45.72C-315.699
N32440X-136.602Y10.778Z-51.271B46.544C-79.675	N32960X-124.557Y-8.694Z-42.634B40.532C-169.313	N33470X-148.676Y1.242Z-64.406B45.327C-313.065
N32450X-136.684Y10.559Z-51.38B46.533C-81.474	N32970X-123.482Y-9.472Z-41.812B40.207C-169.811	N33480X-147.688Y0.26Z-63.37B44.944C-310.263
N32460X-136.846Y10.341Z-51.569B46.538C-83.763	N32980X-122.329Y-10.318Z-40.943B39.856C-170.228	N33490X-146.593Y-0.897Z-62.233B44.504C-306.7
N32470X-137.012Y10.216Z-51.75B46.556C-85.526	N32990X-120.961Y-11.343Z-39.938B39.436C-170.56	N33500X-145.57Y-2.076Z-61.181B44.071C-302.746
N32480X-137.272Y10.1Z-52.025B46.594C-87.815	N33000X-119.918Y-12.139Z-39.17B39.113C-170.711	N33510X-144.779Y-3.093Z-60.372B43.712C-299.056
N32490X-137.57Y10.024Z-52.334B46.645C-90.087	N33010X-118.67Y-13.099Z-38.274B38.725C-170.832	N33520X-144.126Y-4.048Z-59.705B43.39C-295.362
N32500X-138.054Y9.966Z-52.83B46.734C-93.391	N33020X-117.683Y-13.851Z-37.574B38.422C-170.951	N33530X-143.489Y-5.155Z-59.049B43.033C-290.837
N32510X-138.586Y9.95Z-53.373B46.837C-96.736	N33030X-116.573Y-14.658Z-36.794B38.093C-171.238	N33540X-143.055Y-6.086Z-58.595B42.749C-286.903
N32520X-139.059Y9.959Z-53.855B46.931C-99.567	N33040X-115.27Y-15.481Z-35.881B37.742C-172.047	N33550X-142.714Y-6.987Z-58.231B42.485C-283.09
N32530X-139.532Y9.981Z-54.34B47.025C-102.331	N33050X-114.344Y-15.917Z-35.228B37.536C-173.163	N33560X-142.484Y-7.708Z-57.978B42.28C-280.134
N32540X-140.03Y10.012Z-54.85B47.124C-105.192	N33060X-113.22Y-16.178Z-34.42B37.359C-175.479	N33570X-142.263Y-8.468Z-57.729B42.067C-277.223
N32550X-140.515Y10.046Z-55.351B47.22C-107.966	N33070X-112.444Y-16.096Z-33.843B37.309C-178.01	N33580X-142.069Y-9.12Z-57.512B41.884C-274.97
N32560X-141.015Y10.081Z-55.87B47.317C-110.837	N33080X-111.488Y-15.418Z-33.076B37.402C-183.274	N33590X-141.833Y-9.827Z-57.253B41.682C-272.86
N32570X-141.519Y10.113Z-56.397B47.412C-113.763	N33090X-111.171Y-14.791Z-32.778B37.539C-186.58	N33600X-141.538Y-10.559Z-56.939B41.466C-271.103
N32580X-141.893Y10.133Z-56.79B47.481C-115.973	N33100X-111.019Y-14.051Z-32.584B37.721C-189.92	N33610X-141.221Y-11.196Z-56.613B41.271C-269.95
N32590X-142.403Y10.15Z-57.33B47.571C-119.069	N33110X-111.014Y-13.259Z-32.489B37.929C-193.134	N33620X-140.718Y-12.012Z-56.111B41.009C-268.998
N32600X-142.877Y10.15Z-57.836B47.65C-122.07	N33120X-111.24Y-11.956Z-32.583B38.292C-197.933	N33630X-140.033Y-12.895Z-55.448B40.71C-268.614
N32610X-143.337Y10.13Z-58.331B47.72C-125.155	N33130X-111.619Y-10.799Z-32.638B38.631C-201.874	N33640X-139.166Y-13.796Z-54.634B40.386C-268.877
N32620X-143.827Y10.072Z-58.867B47.786C-128.747	N33140X-112.369Y-9.171Z-32.991B39.128C-207.099	N33650X-138.311Y-14.543Z-53.85B40.102C-269.567
N32630X-144.242Y9.972Z-59.328B47.827C-132.215	N33145G91Z50	N33660X-136.683Y-15.725Z-52.395B39.625C-271.496
N32640X-144.573Y9.826Z-59.706B47.844C-135.548	N33155G90	N33670X-134.594Y-16.949Z-50.588B39.091C-274.584
N32650X-144.764Y9.681Z-59.932B47.838C-137.985	N33160X-168.11Y24.226Z-88.071B54.369C-322.949	N33680X-131.664Y-18.302Z-48.141B38.442C-279.507
N32660X-144.962Y9.355Z-60.186B47.787C-142.006	N33170X-168.21Y23.953Z-88.206B54.293C-324.037	N33690X-130.737Y-18.661Z-47.386B38.255C-281.16
N32670X-144.994Y9.122Z-60.247B47.734C-144.184	N33180X-168.309Y23.556Z-88.336B54.178C-325.482	N33700X-129.302Y-19.158Z-46.233B37.983C-283.795
N32680X-144.943Y8.78Z-60.232B47.641C-146.776	N33190X-168.362Y23.143Z-88.4854.052C-326.844	N33710X-128.22Y-19.489Z-45.374B37.789C-285.841
N32690X-144.782Y8.368Z-60.105B47.514C-149.274	N33200X-168.373Y22.852Z-88.407B53.961C-327.725	N33720X-126.042Y-20.044Z-43.675B37.428C-290.106
N32700X-144.584Y8.016Z-59.931B47.397C-151.028	N33210X-168.361Y22.51Z-88.38B53.851C-328.687	N33730X-123.682Y-20.479Z-41.871B37.08C-294.975
N32710X-144.175Y7.435Z-59.557B47.192C-153.387	N33220X-168.317Y22.115Z-88.306B53.721C-329.711	N33740X-121.343Y-20.73Z-40.117B36.78C-300.099
N32720X-143.741Y6.911Z-59.151B46.997C-155.098	N33230X-168.18Y21.455Z-88.093B53.496C-331.228	N33750X-118.695Y-20.773Z-38.162B36.499C-306.368
N32730X-143.314Y6.442Z-58.75B46.818C-156.372	N33240X-167.945Y20.719Z-87.742B53.239C-332.666	N33760X-116.165Y-20.526Z-36.315B36.297C-313.001
N32740X-142.834Y5.948Z-58.297B46.625C-157.509	N33250X-167.685Y20.095Z-87.362B53.014C-333.698	N33770X-114.009Y-20.025Z-34.746B36.191C-319.391
N32750X-142.358Y5.482Z-57.85B46.44C-158.423	N33260X-167.271Y19.28Z-86.769B52.713C-334.801	N33780X-111.842Y-19.14Z-33.157B36.169C-326.902
N32760X-141.712Y4.875Z-57.243B46.196C-159.423	N33270X-166.948Y18.73Z-86.314B52.507C-335.398	N33790X-110.133Y-18.029Z-31.876B36.241C-334.13
N32770X-141.219Y4.426Z-56.783B46.014C-160.048	N33280X-166.178Y17.591Z-85.243B52.07C-336.277	N33800X-109.198Y-14.675Z-30.94B36.899C-346.808
N32780X-140.447Y3.74Z-56.065B45.734C-160.849	N33290X-165.282Y16.45Z-84.026B51.622C-336.693	N33810X-89.198Y-14.675Z-0.940B36.899C-346.808
N32790X-139.958Y3.315Z-55.614B45.559C-161.268	N33300X-164.618Y15.684Z-83.139B51.316C-336.723	N33820C13.192
N32800X-139.157Y2.63Z-54.88B45.276C-161.844	N33310X-163.969Y14.982Z-82.284B51.032C-336.581	N33830X-109.752Y-14.586Z-34.558B37.629C13.969

N33840X-111.239Y-9.522Z-35.134838.966C-1.325	N34360X-141.548Y8.996Z-60.295B47.127C-142.779	N34870X-167.811Y23.589Z-91.643B54.797C-324.784
N33850X-111.794Y-8.33Z-35.419B39.302C-4.888	N34370X-141.458Y8.664Z-60.233B47.015C-145.395	N34880X-167.882Y23.171Z-91.738B54.681C-326.137
N33860X-112.669Y-6.783Z-35.909B39.756C-9.358	N34380X-141.262Y8.261Z-60.066B46.871C-147.917	N34890X-167.904Y22.878Z-91.764B54.596C-327.012
N33870X-114.027Y-4.791Z-36.727B40.368C-14.925	N34390X-141.043Y7.915Z-59.869B46.742C-149.688	N34900X-167.904Y22.534Z-91.758B54.493C-327.967
N33880X-115.877Y-2.502Z-37.915B41.108C-21.174	N34400X-140.606Y7.343Z-59.468B46.522C-152.07	N34910X-167.874Y22.136Z-91.705B54.369C-328.984
N33890X-117.244Y-1.004Z-38.836B41.613C-25.223	N34410X-140.154Y6.824Z-59.048B46.317C-153.798	N34920X-167.758Y21.472Z-91.524B54.155C-330.491
N33900X-118.759Y0.523Z-39.893B42.145C-29.357	N34420X-139.715Y6.36Z-58.64B46.132C-155.085	N34930X-167.545Y20.734Z-91.201B53.906C-331.919
N33910X-120.15Y1.827Z-40.894B42.614C-32.916	N34430X-139.225Y5.869Z-58.184B45.933C-156.233	N34940X-167.302Y20.107Z-90.842B53.687C-332.944
N33920X-121.194Y2.755Z-41.664B42.956C-35.478	N34440X-138.742Y5.405Z-57.736B45.744C-157.156	N34950X-166.909Y19.289Z-90.269B53.393C-334.04
N33930X-123.204Y4.438Z-43.191B43.595C-40.227	N34450X-138.089Y4.801Z-57.133B45.495C-158.166	N34960X-166.6Y18.739Z-89.825B53.189C-334.633
N33940X-124.881Y5.748Z-44.506B44.111C-44.063	N34460X-137.592Y4.354Z-56.676B45.31C-158.796	N34970X-165.856Y17.598Z-88.772B52.757C-335.508
N33950X-126.528Y6.961Z-45.836B44.604C-47.781	N34470X-136.815Y3.67Z-55.966B45.026C-159.605	N34980X-164.983Y16.456Z-87.564B52.311C-335.924
N33960X-128.26Y8.159Z-47.273B45.11C-51.696	N34480X-136.324Y3.247Z-55.522B44.849C-160.027	N34990X-164.334Y15.69Z-86.688B52.005C-335.956
N33970X-129.077Y8.696Z-47.966B45.344C-53.57	N34490X-135.521Y2.563Z-54.799B44.564C-160.608	N35000X-163.697Y14.987Z-85.825B51.721C-335.818
N33980X-129.709Y9.097Z-48.508B45.522C-55.038	N34500X-134.672Y1.849Z-54.043B44.265C-161.109	N35010X-162.997Y14.257Z-84.896B51.421C-335.512
N33990X-130.285Y9.452Z-49.007B45.684C-56.402	N34510X-134.144Y1.409Z-53.576B44.081C-161.377	N35020X-161.784Y13.067Z-83.315B50.924C-334.68
N34000X-130.897Y9.817Z-49.543B45.853C-57.885	N34520X-133.485Y0.864Z-52.999B43.853C-161.677	N35030X-161.085Y12.412Z-82.418B50.647C-334.062
N34010X-131.534Y10.18Z-50.107B46.026C-59.478	N34530X-132.293Y-0.113Z-51.965B43.444C-162.158	N35040X-160.24Y11.645Z-81.349B50.32C-333.205
N34020X-131.792Y10.322Z-50.336B46.096C-60.142	N34540X-131.566Y-0.704Z-51.342B43.196C-162.434	N35050X-159.473Y10.964Z-80.391B50.028C-332.337
N34030X-133.036Y10.949Z-51.463B46.422C-63.595	N34550X-130.731Y-1.378Z-50.633B42.914C-162.75	N35060X-158.425Y10.051Z-79.098B49.634C-331.033
N34040X-133.725Y11.231Z-52.1846.592C-65.829	N34560X-129.821Y-2.105Z-49.869B42.608C-163.112	N35070X-157.435Y9.203Z-77.898B49.267C-329.695
N34050X-134.154Y11.36Z-52.503B46.69C-67.483	N34570X-128.856Y-2.866Z-49.068B42.288C-163.528	N35080X-156.529Y8.435Z-76.814B48.932C-328.389
N34060X-134.536Y11.407Z-52.871B46.767C-69.361	N34580X-127.963Y-3.561Z-48.335B41.995C-163.954	N35090X-155.505Y7.569Z-75.605B48.555C-326.824
N34070X-134.791Y11.338Z-53.126B46.802C-71.243	N34590X-126.944Y-4.342Z-47.506B41.665C-164.493	N35100X-154.595Y6.801Z-74.547B48.221C-325.359
N34080X-134.838Y11.298Z-53.175B46.804C-71.763	N34600X-126.101Y-4.978Z-46.829B41.396C-164.98	N35110X-153.586Y5.948Z-73.389B47.849C-323.65
N34090X-134.897Y11.21Z-53.241B46.8C-72.658	N34610X-125.146Y-5.686Z-46.069B41.095C-165.566	N35120X-152.582Y5.094Z-72.253B47.479C-321.855
N34100X-134.938Y11.065Z-53.294B46.783C-73.835	N34620X-124.183Y-6.39Z-45.311B40.795C-166.179	N35130X-151.597Y4.25Z-71.154B47.114C-319.992
N34110X-134.95Y10.877Z-53.324B46.754C-75.152	N34630X-123.082Y-7.184Z-44.455B40.457C-166.883	N35140X-150.374Y3.187Z-69.809B46.656C-317.512
N34120X-134.948Y10.703Z-53.337B46.723C-76.327	N34640X-121.965Y-7.985Z-43.598B40.117C-167.563	N35150X-149.321Y2.257Z-68.678B46.259C-315.203
N34130X-134.948Y10.469Z-53.368B46.683C-77.979	N34650X-120.906Y-8.744Z-42.796B39.795C-168.147	N35160X-148.233Y1.27Z-67.508B45.842C-312.599
N34140X-134.976Y10.251Z-53.408B46.649C-79.773	N34660X-119.829Y-9.521Z-41.991B39.469C-168.651	N35170X-147.183Y0.29Z-66.404B45.431C-309.829
N34150X-135.066Y10.033Z-53.517B46.625C-82.058	N34670X-118.677Y-10.366Z-41.143B39.117C-169.072	N35180X-146.001Y-0.866Z-65.178B44.955C-306.305
N34160X-135.175Y9.91Z-53.637B46.619C-83.819	N34680X-117.311Y-11.39Z-40.155B38.697C-169.407	N35190X-144.871Y-2.045Z-64.023B44.481C-302.391
N34170X-135.361Y9.796Z-53.831B46.627C-86.107	N34690X-116.271Y-12.186Z-39.415B38.373C-169.559	N35200X-143.971Y-3.064Z-63.113B44.081C-298.735
N34180X-135.583Y9.723Z-54.068B46.648C-88.379	N34700X-115.027Y-13.147Z-38.544B37.985C-169.679	N35210X-143.203Y-4.021Z-62.342B43.715C-295.073
N34190X-135.958Y9.67Z-54.438B46.694C-91.686	N34710X-114.043Y-13.899Z-37.863B37.682C-169.799	N35220X-142.415Y-5.132Z-61.556B43.305C-290.582
N34200X-136.379Y9.661Z-54.861B46.754C-95.036	N34720X-112.934Y-14.705Z-37.102B37.352C-170.09	N35230X-141.844Y-6.068Z-60.986B42.972C-286.675
N34210X-136.758Y9.677Z-55.242B46.811C-97.873	N34730X-111.627Y-15.525Z-36.209B37C-170.91	N35240X-141.366Y-6.976Z-60.507B42.66C-282.884
N34220X-137.142Y9.706Z-55.628B46.87C-100.646	N34740X-110.692Y-15.956Z-35.565B36.791C-172.044	N35250X-141.026Y-7.703Z-60.165B42.417C-279.943
N34230X-137.547Y9.744Z-56.037B46.932C-103.516	N34750X-109.546Y-16.204Z-34.762B36.612C-174.4	N35260X-140.694Y-8.469Z-59.829B42.167C-277.045
N34240X-137.945Y9.787Z-56.448B46.992C-106.302	N34760X-108.749Y-16.109Z-34.184B36.56C-176.975	N35270X-140.414Y-9.127Z-59.545B41.954C-274.802
N34250X-138.357Y9.831Z-56.868B47.054C-109.186	N34770X-107.764Y-15.396Z-33.413B36.653C-182.332	N35280X-140.095Y-9.841Z-59.224B41.725C-272.7
N34260X-138.774Y9.873Z-57.287B47.113C-112.127	N34780X-107.439Y-14.746Z-33.114B36.794C-185.694	N35290X-139.728Y-10.578Z-58.861B41.486C-270.951
N34270X-139.084Y9.9Z-57.606B47.156C-114.35	N34790X-107.289Y-13.981Z-32.923B36.982C-189.091	N35300X-139.364Y-11.22Z-58.504B41.276C-269.804
N34280X-139.508Y9.928Z-58.045B47.21C-117.464	N34800X-107.295Y-13.163Z-32.833B37.199C-192.357	N35310X-138.817Y-12.041Z-57.98B41.002C-268.86
N34290X-139.901Y9.94Z-58.455B47.255C-120.484	N34810X-107.555Y-11.822Z-32.859B37.579C-197.232	N35320X-138.108Y-12.926Z-57.314B40.698C-268.486
N34300X-140.281Y9.931Z-58.857B47.292C-123.591	N34820X-107.977Y-10.634Z-33.015B37.936C-201.23	N35330X-137.242Y-13.829Z-56.517B40.377C-268.759
N34310X-140.684Y9.887Z-59.287B47.319C-127.21	N34830X-108.804Y-8.965Z-33.403B38.461C-206.527	N35340X-136.406Y-14.574Z-55.763B40.102C-269.457
N34320X-141.021Y9.801Z-59.653B47.326C-130.705	N34835G91Z50	N35350X-134.838Y-15.751Z-54.381B39.65C-271.401
N34330X-141.282Y9.668Z-59.944B47.311C-134.066	N34845G90	N35360X-132.854Y-16.963Z-52.688B39.157C-274.503
N34340X-141.426Y9.532Z-60.111B47.282C-136.524	N34850X-167.581Y24.266Z-91.317B54.969C-322.268	N35370X-130.102Y-18.294Z-50.395B38.572C-279.436
N34350X-141.552Y9.221Z-60.276B47.198C-140.581	N34860X-167.695Y23.989Z-91.479B54.901C-323.349	N35380X-129.237Y-18.644Z-49.692B38.407C-281.089



N35390X-127.902Y-19.128Z-48.628B38.167C-283.723
N35400X-126.897Y-19.449Z-47.822B37.999C-285.766
N35410X-124.884Y-19.982Z-46.248B37.691C-290.019
N35420X-122.713Y-20.393Z-44.578B37.402C-294.866
N35430X-120.572Y-20.621Z-42.958B37.161C-299.957
N35440X-118.162Y-20.639Z-41.154B36.948C-306.174
N35450X-115.872Y-20.373Z-39.452B36.812C-312.736
N35460X-113.932Y-19.863Z-38.008B36.763C-319.047
N35470X-111.993Y-18.98Z-36.546B36.799C-326.452
N35480X-110.471Y-17.884Z-35.366B36.917C-333.568
N35490X-109.752Y-14.586Z-34.558B37.629C-346.031
N35500X-89.752Y-14.586Z-4.558B37.629C-346.031
N35510C13.969
N35520M30

Bibliografía

- [1] KPMG. “Impacto Económico y Social de la Industria de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio”. Noviembre, 2020. Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Aeronáuticas y Espacio.
- [2] CRUZ TERUEL, Francisco. Control Numérico y Programación. 2ªed. Barcelona: Marcombo, 2010. 426p. ISBN 978-8426715951
- [3] ESTREMS, Manuel; CASTELLOTE, Javier; CUMBICUS, Wilmer E., SÁNCHEZ, Horacio; CARRERO-BLANCO, Julio; DE FRANCISCO, Óscar; ARIZMENDI, Mikel. *Trajectory generation in 5-axis milling of freeform surfaces using arc approximation and its influence in Surface roughness*. Procedia Manufacturing[en línea]. EL SERVIER, 2019. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919310789>
- [4] BOUNAJI, El Houcine. Metodología para la programación de trayectorias en el mecanizado de superficies libres con máquinas herramientas CNC de 5 ejes[en línea]. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España, 2019. Disponible en:
<https://repositorio.upct.es/xmlui/handle/10317/7881?show=full>
- [5] WILSON, David Gordon. Glossary of Terms. EN: WILSON, David Gordon. *The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines*. Massachusetts: MIT Press, 1984. Pp.487-492.
- [6] SEDERBERG, Thomas. Chapter 2: Bézier Curves. EN: SEDERBERG, Thomas. *Computer Aided Geometric Design* [en línea]. Provo: BYU ScholarsArchive, 2012. Pp. 17-40 [consulta: abril 2021]. Disponible en:
<https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=facpub>

- [7] AGROMAYOR, Roberto; ANAND, Nitish; MÜLLER, Jens-Dominik, PINI, Matteo; NORD, Lars O. A unified geometry parametrization method for turbomachinery. Computer-Aided Design Journal[en línea]. EL SERVIER, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448520301809?via%3Dihub>
- [8] GRIBIN, V.G.; TISHCHENKO, A.A.; GAVRILOV, I.Y.; TISHCHENKO, V.A.; SOROKIN, I.Y.; ALEXEEV, R.A. Turbine Blade profile design using bezier curves. Journal of Physics: Conference Series[en línea]. IOPSCIENCES, 2017. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/891/1/012254>
- [9] LÓPEZ RODRIGUEZ, Joaquín. *Fundamentos del Corte de Metales*. Universidad Politécnica de Cartagena, 2013.
- [10] FAURA MATEU, Félix. *Procesos de Conformado por Eliminación de Material: Conceptos Generales y Clasificación de Procesos*. Universidad Politécnica de Cartagena, 2020. <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=facpub>
- [11] FAROUKI, Rida T.; LI, Shiqiao. Optimal tool orientation control for 5-axis CNC milling with ball-end cutters. Computer-Aided Geometric Design [en línea]. EL SERVIER, 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167839612001252?via%3Dihub>
- [12] VIGUERAS CAMPUZANO, Antonio. *Cálculo Numérico: Teoría, problemas y algunos programas con Maxima*. 1ªed. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2016. 251p. ISBN 978-84-608-7867-4